

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 2 月 14 日 (14.02.2002)

PCT

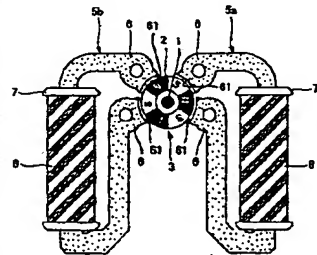
(10) 国際公開番号
WO 02/13357 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H02K 37/16, 37/24 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エフ・ディー・ケイ株式会社 (FDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目36番11号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06697 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹本保幸 (TAKEMOTO, Yasuyuki) [JP/JP]; 松井隆之 (MATSUI, Takayuki) [JP/JP]; 〒431-0431 静岡県湖西市葛津2281 株式会社 エフ・ディー・ケイメカトロニクス内 Shizuoka (JP).
- (22) 国際出願日: 2001 年 8 月 3 日 (03.08.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-235598 2000 年 8 月 3 日 (03.08.2000) JP (74) 代理人: 一色健輔, 外 (ISSHIKI, Kensuke et al); 〒105-0004 東京都港区新橋2丁目12番7号 労金新橋ビル3階 Tokyo (JP).
特願2000-325795 2000 年 10 月 25 日 (25.10.2000) JP
特願2000-333014 2000 年 10 月 31 日 (31.10.2000) JP (81) 指定国 (国内): CN, KR, RU, US.

[続葉有]

(54) Title: STEPPING MOTOR

(54) 発明の名称: ステッピングモータ



(57) Abstract: A stepping motor (10), comprising a rotor (3) formed of a permanent magnet (2) having multiple poles magnetized in circumferential direction and two or more stator yokes (5a, 5b) disposed on the outer periphery of the rotor (3) and forming a multiple-phase field of two or more phases, wherein the cross sections of the portions of the stator yokes leading to a magnetic pole surface (51a) is reduced less than the areas of the stator yokes on the magnetic pole surface (51a) or an intermediate magnetic substance (9) magnetically independent of the stator yokes (5a, 5b) on both sides thereof is disposed so as to reduce the detent torque of the stepping motor, and a stator yoke (5) is formed of two-divided members and both divided members (51, 52) are connected to each other inside a winding bobbin (7) so as to increase the quality and the workability of assembly.

(57) 要約:

円周方向に多極着磁された永久磁石 2 によるロータ 3 と、このロータ 3 の外周囲に配置されて 2 相以上の多相界磁を形成する 2 つ以上のステータヨーク 5 a, 5 b とを有するステッピングモータ 10 において、上記ステータヨークの磁極面 5 1 a での面積より、その磁極面 5 1 a に至る部分の断面積を小さくすることにより、または、両側のステータヨーク 5 a, 5 b から磁氣的に独立する中間磁性体 9 を配置することにより、ステッピングモータのディテントトルクを低減する。さらに、ステータスヨーク 5 を 2 分割形成して、両分割部材 5 1, 5 2 を巻線ボビン 7 内で連結させることにより、品質および組立作業性を向上させる。

WO 02/13357 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

ステッピングモータ

5 <技術分野>

この発明はステッピングモータ、とくにロータの回転運動を減速しながら伝動する複数のギアを内蔵したギア付モータに適用して有効な技術に関し、たとえば車載用指示計器の指針駆動に利用される。

<背景技術>

10 (従来技術)

近年、半導体等の電子デバイスの進歩およびマイクロコンピュータ等を用いたデジタル制御技術の進歩に伴い、たとえば速度メータなどの車載用指示計器における指針の駆動制御も、従前の機械的制御に代わってマイクロコンピュータ等によるデジタル制御が主流になりつつある。

- 15 指示計器は目盛盤上での指針の振れ位置によって速度等のアナログ量を直感的にわかりやすく表示することができるが、その指針の振れ位置をデジタル制御するためにステッピングモータが使われるようになってきた。この場合、そのステッピングモータは、オープンループ制御による指針の位置決めに使われる。すなわち、上記指針に回転出力軸が連結されたステッピングモータに、順方向または逆方向の回転駆動パルスを与
20 えることにより、上記指針を双方向に移動させることができるとともに、その回転駆動パルスの数によって上記指針の移動量を制御することができる。ステッピングモータの回転量（回転角度）は上記駆動パルスの数によって一義的に定めることができるので、位置センサーを用いる
25 複雑なフィードバック制御によらずに指針等の位置決めをなすことができる。

- この種のステッピングモータは、たとえば米国特許 5, 9 5 9, 3 7 8 号に開示されているように、円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁された永久磁石を有するロータと、両端がそれぞれに上
30 記永久磁石の磁極通過面に近接対向する磁極部となるような屈曲形状に

形成されたステータヨークと、このステータヨークを励磁するためのコイルがあらかじめ巻回された貫通筒状の巻線ボビンとを有するとともに、この巻線ボビンに上記ステータヨークの中間部が嵌挿させられた構造を有する。このステッピングモータは通常、複数のギアからなる減速機構と組合わせて上記指示計器などに使用される。

(従来の問題点)

上述したステッピングモータは以下に述べるような特性および構造上の問題があった。

まず、特性上の問題について、上述したステッピングモータでは永久磁石とステータヨーク間に磁気吸引力が発生するが、この磁気吸引力は非通電時の無励磁状態でも生じ、さらにその磁気吸引力はロータの回転位置（角度）によって大きく異なる。すなわち、ロータを形成する永久磁石の磁極とステータヨークの磁極部との相対位置によって大きく変化する磁気吸引力が発生する。この磁気吸引力は無励磁状態（非通電時）でもロータを特定の回転位置に引き込もうとする力いわゆるディテントトルクを生じさせる。

このディテントトルクは、特別な機構を設けることなく無励磁においても所定の角度位置でロータを停止させることができるというメリットをもたらす一方、ステッピングモータの回転出力にトルクリップルを生じさせる。このトルクリップルは、連続的でスムーズな回転を阻害するとともに振動や騒音の発生原因となる。そして、従来のステッピングモータはそのトルクリップルが必要以上に大きく、このために、連続でスムーズな回転が得られず、振動や騒音が大きいという問題があった。

したがって、従来のステッピングモータをたとえば、上述した指示計器の指針駆動に用いた場合には、その指針の動きに円滑さがなく、速度等のアナログ量を違和感なく指示することができないという問題が生じる。また、上記トルクリップルは振動や騒音の発生原因となるため、静寂さを要求されるところでの使用には適さないという問題も生じる。

この種のステッピングモータは、モータ回転軸の回転を減速しながら伝動する複数のギアと共に使用されることが多いが、この場合は、上記

トルクリップルの振動による騒音が上記ギアによって拡大されるとともに、その振動によってギアの噛付き状態が不安定になるという問題が生じる。

上記ディテントトルクを軽減しようとした従来技術としては、米国特許 5, 959, 378 号明細書において、ステータヨークの磁極形状とくにロータを形成する永久磁石の磁極通過面に近接対向する面を、その磁極通過面に対して不等間隔に形成するという技術が提供されている。しかし、このようなステータヨークの磁極形状だけで上記ディテントトルクを十分に低減させることは、現実に困難であることが判明した。また、ステータヨークの磁極形状を上記のように形成した場合、永久磁石の磁極とステータヨークの磁極との間の実効的なギャップが拡大するため、回転トルクが低下するなどの別の問題が生じることも判明した。

上記騒音の対策としては、上記ギアを含むモータ全体を樹脂製のケーシング内に組み込むことが有効である。樹脂製ケーシングは成型による量産に適していて低コスト化に有利であり、さらに電気絶縁性の樹脂製ケーシングの場合にはモータ通電端子の絶縁構造を単純化できるなどの利点も併せて得ることができる。しかし、樹脂製ケーシングは金属製のそれに比べて寸法精度に難があるとともに、熱膨張等による変形度合いが大きいため、ギアのピッチ間距離が変動しやすく、ギアに遊びなどの噛付き異常が生じて回転の伝動が円滑に行われなくなることがあり、場合によっては、回転を正確に伝達できなかったり、あるいはギアの噛付きが外れて回転不能に至る恐れもあった。

次に、構造上の問題について、この種のステッピングモータは、上述したように、円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁された永久磁石を有するロータと、両端がそれぞれに上記永久磁石の磁極通過面に近接対向する磁極部となるような屈曲形状に形成されたステータヨークと、このステータヨークを励磁するためのコイルがあらかじめ巻回された貫通筒状の巻線ボビンとを有するとともに、この巻線ボビンに上記ステータヨークの中間部が嵌挿させられた構造を有する。

上記構造において、励磁用のコイルがあらかじめ巻回された貫通筒状

- の巻線ボビンには、ステータヨークの中間部が嵌挿させられるが、屈曲形状のステータヨークはそのままでは巻線ボビンに嵌挿させることができない。そこで、従来においては、ステータヨークをあらかじめ長さ方向に2分割して形成し、一方の分割ヨーク部材を巻線ボビンに嵌挿させた後、ボビンの外側にて一方の分割ヨーク部材と他方の分割ヨーク部材とを溶接接合することにより、最終的に一体化された屈曲形状のステータヨークを形成していた。あるいは、長さ方向と厚み方向にそれぞれ分割された多数枚のヨーク片を積み重ねて磁氣的に一体化された屈曲形状のステータヨークを組み立てていた。
- 10 しかし、溶接によってステータヨークを組み立てた場合は、その溶接によってステータヨークを構成する磁性材料の磁氣的特性が変化し、ステータヨークとして所定の機能が得られなくなるという問題が生じる。ステータヨークの材料には所定の磁氣的特性が保証されたものを使用する必要があるが、溶接等の加工を行うとその保証を維持することができなくなる。
- 15 ステータヨークには防錆等の保護のためにメッキを施すことが望ましいが、メッキされたステータヨークに溶接加工を行うと、その加工部分にてメッキ保護が失われるとともに異種合金が形成されて、防錆等の品質保証もできなくなってしまうという問題が生じる。
- 20 多数枚のヨーク片を積み重ねてステータヨークを組み立てた場合は、溶接による問題は回避できるが、各ヨーク片が重なり合う部分の接触面積や接触状態にバラツキが生じて所定の磁氣的特性を再現性良く得ることができないとともに、各ヨーク片のエッジ部がそれぞれに作り出す磁場が他のヨークに悪影響を及ぼす等の問題が生じる。さらに、この場合は、多数枚のヨーク片を使用するため、部材数が多くなるとともに各部材がバラバラに崩れやすくなって組立作業性が著しく低下するという問題も生じる。
- 25

(発明の目的)

- 本発明の第1の目的は、たとえば指示計器等の指針をオープンループ制御で円滑に移動駆動させるのに適した性能を有するステッピングモーター
- 30

タを提供することにある。

第2の目的は、ステッピングモータまたはこのモータの回転を減速しながら伝動する複数のギアを内蔵したギア付モータにおいて、回転トルク等のモータ性能を阻害することなく、回転出力にトルクリップルを生じさせるディテントトルクを効果的に低減させて、円滑な回転出力を得られるようにすることにある。

第3の目的は、上記ステッピングモータまたは上記ギア付モータにおいて、電気絶縁性の樹脂製ケーシングの使用に伴って生じる精度低下等の諸問題を解決し、低騒音化および低コスト化、さらには通電端子構造の単純化に有利であるとともに、円滑かつ安定な回転動作を確実に得ることができるようにすることにある。

第4の目的は、ステータの磁気的特性や防錆等の品質を向上させるとともに、組立作業性にすぐれたステッピングモータを提供することにある。

上記以外の本発明の目的と特徴については、本明細書の記述および添付図面によりあきらかになるであろう。

<発明の開示>

上記目的を達成するために、本発明は以下のような手段を開示する。

本発明の第1の主要な手段は、円周方向に多極着磁された永久磁石を有するロータと、そのロータの外周囲に配置された少なくとも2個のステータヨークと、そのステータヨークに装着された励磁コイルとを備え、前記ステータヨークの両端の磁極面が前記永久磁石の磁極に対向可能に配置されたステッピングモータにおいて、上記磁極面の面積より、磁路を構成する前記ステータヨークの所定部位の断面積が小さくなるように構成することを特徴とする。

この場合、断面積を小さくする上記所定部位は、上記磁路の一部でもよいし、上記磁極面の部分を除く磁路の全体でもよい。実験した結果によると、磁路の断面積の少なくとも一部の断面積を磁極面の面積より小さくすることにより、ディテントトルクが小さくなる。

さらに好ましくは、上記磁極面から、上記断面積が小さくなった上記

所定部位までの距離が、上記磁極面の軸方向（ロータの軸方向）の高さに対して小さくすることである。このようにすると、磁極面の近い位置に断面積の小さい部分が形成されることになるが、これによってディテントトルクがさらに小さくなる。

- 5 また、平板状の上記ステータヨークの先端部を折り曲げることにより、上記磁極面を形成するようにしてもよい。このようにすると、プレス等による折り曲げ加工によりステータヨークを簡単かつ高効率に製造することができる。

- 10 上記ステッピングモータをギア付モータとして構成する場合には、上記ステッピングモータと、このステッピングモータのロータ軸に設けた第1ギアと、この第1ギアに連携された所定数のギアをケーシング内の所定位置に収納配置する。そして、上記ギアのうちの所定のギアに出力軸を取り付けるとともに、その出力軸の一端を前記ケーシング外部に突出配置する。

- 15 なお、本発明で言う「略U字状」とは、平面がU字状になっているものはもちろん含むが、厳密にU字状になっている必要は必ずしもない。たとえば、C字状あるいは直角にターンするU字形状であってもよい。要は、帯状の磁路が適宜折れ曲がったり湾曲などして、両端が接近するとともに磁極面を構成するようになっていればよい。

- 20 本発明の第2の主要な手段は、円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁された永久磁石を有するロータと、このロータの外周囲に配置されて2相以上の多相界磁を形成する2つ以上のステータヨークと、このステータヨークを励磁する励磁コイルとを備えるとともに、上記ステータヨークの磁極部が上記永久磁石の磁極通過面に近接対向するように配置されたステッピングモータにおいて、隣接する2つのステータヨーク間の所定位置であって上記永久磁石の磁極通過面に近接対向する位置に、両側のステータヨークから磁氣的に独立した中間磁性体を配置したことを特徴とする。

- 30 ここで、上記中間磁性体は、永久磁石とステータヨーク間の磁気吸引力によって生じるディテントトルクを大幅に低減させる作用をもたらす

ことが、本発明者によってあきらかとされた。そのメカニズムについては、たとえば、（１）ステータヨークから磁氣的に分離された中間磁性体が、そのステータヨークからの磁氣的影響によるディテントトルクの発生を抑制する、（２）隣接する２つのステータヨーク間での磁気分布状態が、上記中間磁性体によって平坦化されることにより、ロータを特定の回転角に引き込もうとする磁気吸引力すなわちディテントトルクが低減される、（３）永久磁石とステータヨーク間のほかに、その永久磁石と上記中間磁性体間にも磁気吸引力が発生し、この磁気吸引力が上記ディテントトルクを相殺または緩和するように作用する、といったことなどが考えられる。いずれにしても、上記中間磁性体が回転トルク等のモータ性能を阻害することなく、上記ディテントトルクを低減させるのに非常に有効であることが本発明者によって知得された。

上記ステッピングモータでは、ロータの回転運動を伝動する複数のギアを磁性体からなる支持基板上に回転自在に軸支させるとともに、その支持基板に前記中間磁性体を一体的に形成することができる。

上記ステッピングモータは、モータの回転出力を伝動する複数のギアと一緒に構成されることが多いが、そのギアを軸支する支持基板を使って上記中間磁性体を形成することにより、部品点数を増やすことなくディテントトルク低減の効果を得ることができるとともに、ギアおよび中間磁性体の位置決めを正確かつ再現性良く行うことができる。

上記ギアを含むモータ全体を電気絶縁性の樹脂製ケーシング内に組み込むとともに、温度による線膨張率はその樹脂製ケーシングよりも小さな磁性材料で前記支持基板を形成することにより、電気絶縁性の樹脂製ケーシングの使用に伴って生じる精度低下等の諸問題を解決し、低騒音化および低コスト化とともに、モータ端子構造の単純化をはかることができる。

また、ロータの回転運動を伝動する複数のギアの少なくとも１つの軸を磁性体で形成し、この磁性体の軸で前記中間磁性体を形成することにより、部品点数を増やすことなくディテントトルク低減の効果を得るための中間磁性体を配置することができる。

上記ステッピングモータでは、永久磁石の磁極通過面の厚み幅に対し、中間磁性体はその磁極通過面に近接対向する部分の幅を $1/2$ 以下とすることが好ましい。本発明者が知得したところによると、上記ディテントトルクの低減効果は、永久磁石の磁極通過面と中間磁性体間の位置関係によって異なるが、中間磁性体の幅を上記のようにすることで、ディ
5 テントトルクをさらに効果的に低減させられることが判明した。

中間磁性体の材料としては、ステータヨークと同等以下の透磁率の磁性材料を用いることが好ましい。中間磁性体は、2つのステータスヨーク間で独立の磁氣的緩衝体を形成することにより、ディテントトルク抑
10 制の効果をもたらすと考えられるが、その中間磁性体の透磁率が必要以上に高すぎると、モータの回転トルクに寄与する有効磁束を必要以上に集めてしまい、さらには、その中間磁性体に対して生じる磁気吸引力によるディテントトルクの発生も懸念される。このような懸念を回避するためには、その中間磁性体の透磁率を上記のように設定することが有効
15 であると判明した。

上記ステッピングモータの磁極配置等については、永久磁石は3対6極の磁極を有し、ステータヨークは1対2極の磁極を形成するものが2つ設けられ、ステータヨークは両磁極の成す角が60度となるように形成されたものが2つ設けられるとともに、1つ目のステータヨークの一方の磁極と2つ目のステータヨークの一方の磁極との間が90度になる
20 ように配置され、中間磁性体はその90度の間の所定位置に配置された構成が好ましい。

たとえば指示計器の指針駆動に使用されるステッピングモータの場合、モータの小形化および回転効率の向上等の最適化をはかる上で、上記の
25 ような磁極配置を持つ構成が有効であることが知られているが、このような構成において、上記中間磁性体は、ディテントトルクの低減に特異的にすぐれた効果を奏することができる。

ステータヨークについては、永久磁石の磁極通過面に対して等間隔で平行に近接対向するような磁極形状を有することにより、永久磁石の磁
30 極通過面とステータヨークが形成する磁極との間の実効的なギャップ幅

を最適化して、両者間に作用する磁気吸引力による回転トルク性能を確保することができる。

本発明の第3の主要な手段は、円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁された永久磁石を有するロータと、両端がそれぞれに
5 上記永久磁石の磁極通過面に近接対向する磁極部となるような屈曲形状に形成されたステータヨークと、このステータヨークを励磁するためのコイルがあらかじめ巻回された貫通筒状の巻線ボビンとを有し、この巻線ボビンに上記ステータヨークの中間部が嵌挿させられた構造のステッピングモータにおいて、上記ステータヨークは上記ボビンの一方口から
10 挿入される第1のヨーク部材と、上記ボビンの他方口から挿入される第2のヨーク部材とによって形成され、両ヨーク部材の各挿入端部は少なくとも挿入方向と重なり方向の2方向で互いに面接触する継ぎ合わせ部によって両者間に連続的な磁路を形成するとともに、その継ぎ合わせ部が上記ボビン内に圧入状態で固定されていることを特徴とする。

15 上記手段によれば、溶接等の加工を行うことなく、かつ多数の部材を積み重ねる手間を行うことなく、一对のヨーク部材を巻線ボビンの両端から差し込むという簡単な作業でもって、ステータヨークを巻線ボビン内で確実に組み立てることができる。これとともに、両ヨーク部材の挿入端部が少なくとも挿入方向と重なり方向の2方向で互いに面接触することにより、両ヨーク部材間に磁場漏れの少ない良好かつ安定な磁氣的
20 連結を得ることができる。さらに、その継ぎ合わせ部が巻線ボビン内に圧入状態で固定されていることにより、機械的にも良好かつ安定な連結状態を得ることができる。これにより、ステータの磁氣的特性や防錆等の品質を向上させるとともに、組立作業性にすぐれたステッピングモータを提供するという目的を達成することができる。
25

上記ステッピングモータにおいて、第1のヨーク部材と第2のヨーク部材の少なくとも一方の挿入端部に前記ボビンの内側面に圧接する突起部を設ければ、巻線ボビン内でのステータヨークの圧入固定状態を確保しながら、ヨーク部材を巻線ボビン内に嵌挿してステータヨークを組み
30 立てる際の作業性を高めることができる。

上記ステッピングモータにおいて、第1のヨーク部材と第2のヨーク部材の少なくとも一方の挿入端部に上記ボビンに圧接する突起部を設けるとともに、両ヨーク部材の挿入端部が互いに継ぎ合って連続的な磁路を形成する状態にて上記突起部を係止させる凹部を、上記ボビン側に設ければ、ヨーク部材と巻線ボビン間の連結をさらに確実にすることができる。

上記ステッピングモータにおいて、第1と第2の両ヨーク部材の挿入端部が互いに継ぎ合って連続的な磁路を形成する状態にて互いに挿入方向の移動を係止し合う一対の凸部と凹部を、両ヨーク部材に振り分けて設ければ、ヨーク部材間の磁気的および機械的な連結状態をさらに確実にかつ安定なものとすることができる。

また、上記ステッピングモータにおいて、第1と第2の両ヨーク部材の挿入端部にそれぞれ挿入方向に向けて縮小するテーパ部を形成すれば、巻線ボビン内でのステータヨークの組立作業性をさらに向上させることができる。

上記ステッピングモータは、少なくとも2つのステータヨークが上記ロータの外周囲に配置されて2相以上の多相界磁を形成するという構成に適している。指示計器の指針をオープンループ制御で双方向駆動するには、1つのロータに対して2つのステータヨークと励磁コイルを使用する2相ステッピングモータが適しているが、この2相モータはステータヨークを2個配置するために、その組立作業が面倒になりやすい。しかし、上述した本発明の手段によれば、その組立作業を効率良く簡単に行わせることが可能となる。

上記ステッピングモータは、前記永久磁石は3対6極の磁極を有し、前記ステータヨークは1対2極の磁極を形成するものが2つ設けられ、前記ステータヨークは両磁極のなす角が60度となるように形成されたものが2つ設けられるとともに、1つ目のステータヨークの一方の磁極と2つ目のステータヨークの一方の磁極との間が90度になるように配置されていることを特徴とする構成にも適している。たとえば指示計器の指針駆動に使用されるステッピングモータの場合、モータの小形化お

よび回転効率向上等の最適化をはかる上で、上記のような磁極配置を持つ構成が有効であることが知られているが、この構成を実現するためには、ステータヨーク両端の磁極部を正確かつ安定に配置できるようにする必要がある。上述した本発明の手段によれば、そのステータヨークの

5 磁極部を正確かつ安定に配置することができる。

＜図面の簡単な説明＞

図 1 は、本発明に係るステッピングモータの第 1 の実施形態を示す平面図である。

図 2 は、ステッピングモータのディテントトルクを説明するグラフである。

10

図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係るステッピングモータの要部を示す拡大図である。

図 4 は、図 3 の一部を示す図であって、(a) は図 3 中の a - a 線矢視断面図、(b) はさらにその (a) 中の b - b 線矢視断面図をそれぞれ示す。

15

図 5 は、本発明の第 1 の実施形態に係る効果を示すグラフである。

図 6 は、本発明の第 1 の実施形態における他の実施形態を示す要部拡大図である。

図 7 は、本発明に係るギア付モータの好適な実施形態を示す平面図である。

20

図 8 は、図 7 に示したギア付モータの側面図である。

図 9 は、本発明に係るステッピングモータの第 2 の実施形態を示す平面図である。

図 10 は、図 9 に示したモータに設けられている中間磁性体付近の詳細断面図である。

25

図 11 は、本発明の第 2 の実施形態に係るステッピングモータのディテントトルク特性を示すグラフである。

図 12 は、永久磁石と中間磁性体間の近接対向状態とディテントトルク低減効果の関係を示すグラフである。

30 図 13 は、本発明の第 2 の実施形態に係るステッピングモータを樹脂

製ケーシング内に組み込んだ状態を示すケーシング内上側面図である。

図 1 4 は、図 1 3 に示したギア付ステッピングモータの要部断面図である。

図 1 5 は、本発明の第 2 の実施形態における他の実施形態を示す上側面
5 図である。

図 1 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係るステッピングモータのステータヨーク部分の実施形態を示す側断面図である。

図 1 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係るステッピングモータのステータヨーク部分の別の実施形態を示す側断面図である。

10 図 1 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係るステッピングモータのステータヨークと巻線ボビン部分の実施形態を示す側断面図である。

図 1 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係るステッピングモータのステータヨークと巻線ボビン部分の別の実施形態を示す側断面図である。

図 2 0 は、本発明の第 3 の実施形態に係るステッピングモータの要部
15 を示す平面図である。

図 2 1 は、本発明の第 3 の実施形態に係るステッピングモータの全体構成を示す上側面図である。

<発明を実施するための最良の形態>

(第 1 の形態)

20 図 1 に本発明に係るステッピングモータの第 1 の実施形態を示す。同図に示すように、この第 1 の実施形態に係るステッピングモータでは、回転軸 1 に円筒状の永久磁石 2 を同軸状に取り付けることによりロータ 3 が形成される。この永久磁石 2 は、円周方向に多極着磁（図示の例では 6 極）されている。

25 ロータ 3 の外側には、2 個のステータヨーク 5 a、5 b が配置されている。ステータヨーク 5 a、5 b は何れも略 U 字状の平面形状を有する。このステータヨーク 5 a、5 b の両先端部はそれぞれ、ティース (teeth) と呼ばれる一対の磁極端部 6、6 を形成するが、この磁極端部 6、6 が永久磁石 2 の外周面に形成される磁極に対向するように配置されている。

30 ステータスヨーク 5 a、5 b の各磁極端部 6、6 は、回転軸 1 を中心

とした同一の円周上に配置される。1つのステータヨークの両先端部が形成する一対の磁極端部6、6の配置間隔（ティース角）は、永久磁石2の磁極ピッチに一致するようにしている。本形態では、磁極ピッチを60度としてある。したがって、回転軸1を中心とした中心角60度の扇型の円弧の両端に、1つのステータヨークの両先端部が位置するようにしている。また、一方のステータヨーク5aの片側の磁極端部6と、この磁極端部6と隣り合う他方のステータヨーク5bの片側の磁極端部6は、電気角で90度位相がずれるように配置されている。

各ステータヨーク5a、5bには、巻線ボビン7が取り付けられるとともに、そのボビン7に励磁コイル8が巻き付けられている。これにより、一方のステータヨーク5a側がA相で他方のステータヨーク5b側がB相となる2相タイプのステッピングモータが構成されている。このステッピングモータは、同相で励磁される磁極端部が円周方向で均一に配置されていない突極タイプとなっている。

この突極タイプでは、各磁極端部6と永久磁石2の磁極との間に、磁気吸引力による回転トルクが発生する。図示の例では、一方のステータヨーク5a（A相）の磁極端部6、6が、永久磁石2の磁極ピッチと同じピッチとなって、同じ方向のトルクが発生する。他方のステータヨーク5b（B相）の磁極端部6は、一方のステータヨーク5aの磁極端部6に対して電氣的に90度の位相差が生じるように配置されている。このため、磁氣的には、一方のステータヨーク5aの磁極端部6にて生じるトルクをキャンセルする方向のトルクが発生する。そして、各相A、Bのディテントトルクは、機械的な移動角度に対して、図2に示すような波形をとる。ステッピングモータ全体でのディテントトルクは、A相とB相の合成トルクとなる。この合成トルクは、図2に示すように、各相A、Bのディテントトルクの波形に対して2倍の周期の波形となる。

ここで本形態では、図3と図4に示すように、ステータヨーク5a、5bの両端近傍位置に肉薄の肉薄部62を設けている。図3は、永久磁石2および磁極端部6の付近を拡大して示したものであって、この図3中のa-a線断面図が図4の（a）であり、さらにその（a）中のb-

b線断面図が図4の(b)である。

図4の(a)に示すように、磁極端部6の先端面である磁極面61は、その厚さ(高さ) t_1 が永久磁石2の軸方向長さ(厚み) とほぼ同じに形成されている。その磁極面61よりも所定距離 t_2 だけ後退した位置
5 に、磁極面61に比べて肉薄にした肉薄部62が形成されている。この肉薄部62は、同図の(b)に示すように、幅 w の変化ないが、その厚み(高さ) t_3 が減じられている。つまり、肉薄部62は、その断面が扁平化された長方形形状に形成されている。これに対し、磁極面61は、肉薄部62と同じ幅 w であるが、その厚み(高さ) t_1 が肉薄部62の
10 それよりも大きい長方形形状に形成されている($t_3 < t_1$)。

このように、ステータヨーク5a, 5bは、その磁極面61の手前にて厚みが減じられた肉薄部62を有する。この肉薄部62の断面積は磁極面61の面積よりも小さくなっている。この肉薄部62の形成位置は、 $t_1 > t_2$ が満足するように、磁極面61に近い位置としている。

15 なお、図示の例では、肉薄部62よりもさらに後退した位置での厚さを磁極面61と同一の厚さ t_1 としているが、肉薄部62よりも後退した位置での厚さは必ずしも磁極面61と同一にする必要はなく、 t_1 より厚くても薄くてもよい。つまり、肉薄部62の両側は同一厚さでも、また異なる厚さでもよい。あるいは、ステータヨーク5a、5bの磁路
20 断面積が磁極面61の手前で急拡大するようになっていけばよい。

上述のような構成とすることにより、2つの相(A, B)で発生するディテントトルクを合成したステッピングモータ全体のディテントトルクは、図5中に一点鎖線(発明品1)で示すようになる。ステータヨークの厚さを全体に均一にした従来品のディテントトルクだと、同図中に
25 波線(従来品)で示すようになる。

図5からあきらかなように、本発明品の方がディテントトルクを小さくすることができ、これにより、ステッピングモータのスムーズな回転運動が確保できる。このようにディテントトルクが小さくなるのは、以下のような理由によるものと推定できる。すなわち、磁極面61を含む
30 磁極端部の先端側における磁気抵抗に比べて、肉薄部62での磁気抵抗

は相対的に大きくなる。

従来のように全体的に厚さを均一にした場合には、永久磁石 2 の磁極と磁極面 6 1 間の磁束は、全体的にほぼ平行に進むことになる。これに対し、本発明のように、磁極面 6 1 の内側の近い部分に上記肉薄部 6 2
5 を設けた場合には、磁極面 6 1 の中央部分から磁極端部 6 内に進入する磁束と、磁極面 6 1 の上下端近傍位置から磁極端部 6 内に進入する磁束とを比較したときに、前者の方が流れやすくなる。この結果、磁極面 6 1 と永久磁石 2 の磁極との間の空隙には、磁極面 6 1 の表面の中央部分に磁束が集中するような磁界が形成される。つまり、磁極面 6 1 の中央
10 面では強く周辺で弱くなるような磁界強度分布が生じる。そして、この磁界強度分布によってディテントトルクが弱まると考えられる。

図 6 は、上記肉薄部 6 2 に関する別の実施形態を示す。図 4 に示した実施形態では、肉薄部 6 2 が磁極面 6 1 の厚み中心に位置するようにしてあるが、本発明はこの形態以外に、たとえば図 6 の (a) に示すよう
15 に、肉薄部 6 2 を磁極面 6 1 の片側（図示の例では上側）に寄せて位置されるようにしてもよい。この形状は、磁極端部 6 の先端を折り曲げて磁極面 6 1 を形作ることにより簡単に得られる。

すなわち、肉薄部 6 2 を図 4 に示したような形状とするためには、磁極端部 6 をその厚みの両側から切削などによって薄肉化する加工が必要
20 であるが、図 6 (a) に示すような形状ならば、磁極端部 6 の折り曲げ加工によって簡単に対応できる。この場合、磁極面 6 1 の厚み (t_1) は磁極端部 6 の折り曲げ位置によって簡単かつ自由に設定することができる。また、その折り曲げは、プレス等によって簡単かつ効率良く行うことができる。これにより、製造を容易にすることができる。

25 この場合、ステータヨークは、先端部を除く全面を薄く形成して両先端部を折り曲げることにより上記磁極面 6 1 を形成するようにしてもよいが、そのステータヨークの中央部分を磁極面 6 1 と同様に肉厚に形成してもよい。

上述した構成では、磁極面 6 1 に比較的近い位置から肉薄部 6 2 を設
30 けるようにしたが、たとえば図 6 の (b) に示すように、磁極面 6 1 か

ら博肉部 6 2 までの距離 t_2 が、磁極面 6 1 の厚さ t_1 に比べて長くなるようにしてもよい。

図 6 の (b) に示すように構成した場合、ステッピングモータの全体のディテントトルクは、図 5 中の実線 (発明品 2) のようになることが
5 判明した。この場合、磁極面 6 1 の近い位置に肉薄部 6 2 を設けたものに比べれば、ディテントトルクは大きくなるものの、従来例のものに比べると、かなり小さくできることが確認できた。

図 7 は、本発明に係るギア付モータの好適な実施形態を示す。上述したステッピングモータは減速機構と共にケーシング内に組み込んでギア
10 付モータを構成することができる。減速機構としては小径ギアであるピニオンと大径ギアである歯車の組み合わせを使用する。

同図において、10 は上述したステッピングモータを示す。偏平な樹脂製ケーシング 11 内には、ステッピングモータ 10 の構成部品が挿入配置されている。軸 1 には回転自在に支持された第 1 ピニオン 12 a が
15 取り付けられている。この第 1 ピニオン 12 a に噛み合うように第 1 歯車 12 b が設けられている。第 1 歯車 12 b の回転力は第 2 ピニオン 13 a を介して第 2 歯車 13 b に伝達されるようになっている。これにより、ロータ 3 の回転が、第 1 ピニオン 12 a、第 1 歯車 12 b、第 2 ピニオン 13 a、第 2 歯車 13 b を順次伝動しながら減速増力される。こ
20 の減速増力された回転は、図 8 に示すように、ケーシング 11 の外側に突出している第 2 歯車 13 b の回転軸 13 から取り出すことができる。この場合、第 2 歯車 13 b の回転軸 13 はギア付モータの回転出力軸となっている。ロータ 3 の回転数に対する出力軸 13 の回転数の割合は、ピニオン 12 a、13 a と歯車 12 b、13 b 間の各ギア比によって任
25 意に設定できる。

上述したステッピングモータはディテントトルクが少ないので、各励磁コイル 8 に所定のタイミングで励磁電流を通電することにより、出力軸 13 をスムーズに回転させるとともに、所定角度位置で停止させることができる。そして、この出力軸 13 に、直接あるいは他の動力伝達手
30 段を介して、指示計器の針等を取り付けることにより、車載用等におけ

る指示計器に適用できる。

以上のように、本発明の第1の実施形態によるステッピングモータおよびギア付モータでは、ステータヨーク両端の磁極面の面積よりも、磁路を構成するステータヨークの所定部位の断面積を小さくしたことにより、ステッピングモータ全体のディテントトルクを小さくすることができ、これにより、スムーズな回転運動が可能となる。

(第2の形態)

図9は本発明によるステッピングモータの第2の実施形態を示す。同図に示すステッピングモータは、まず、前述した第1の実施形態と同様、回転軸1に同心同軸上に取り付けられた環状の永久磁石2によってロータ3が形成されている。永久磁石2は円周方向に沿って60度ピッチで磁極が交互に反転するように多極着磁されて3対6極(3極対)の磁極を有する。このロータ3の外側には2つのステータヨーク5a, 5bが配置されている。

各ステータヨーク5a, 5bはそれぞれ略U字状の平面形状を有し、そのU字の両先端が磁極部6a1, 6a2, 6b1, 6b2を形成する。この2つのステータヨーク5a, 5bは互いに同一平面形状を有し、左右対称に向かい合う形で、磁極部6a1, 6a2, 6b1, 6b2が永久磁石2の磁極通過面に近接対向するように配置されている。

各磁極部6a1, 6a2, 6b1, 6b2の先端面はそれぞれ、上記永久磁石2の外周面すなわち磁極通過面に等間隔で平行に近接対向すべく、同心円上に沿った円弧状に形成されている。磁極6a1と6a2、および6b1と6b2はそれぞれ、永久磁石2の磁極ピッチに一致させるために、回転軸1を中心とした中心角60度の扇形円弧の両端に位置するように配置されている。また、磁極6a1と磁極6b1は、電気角で90度の位相差を生じざるために、回転軸1を中心とした中心角90度の扇形円弧の両端に位置するように配置されている。

各ステータヨーク5a, 5bのU字状脚対の一方にはそれぞれ、ボビン7が取り付けられている。このボビン7には励磁コイル8があらかじめ巻回されている。これにより、一方のステータヨーク5a(または5

b) 側がA相、他方のステータヨーク5 b (または5 a) 側がB相の2相突極タイプのステッピングモータが形成されている。

そして、隣接する2つのステータヨーク5 a, 5 bの磁極6 a 1と6 b 2のちょうど中間の位置に、その2つのステータヨーク5 a, 5 bの
5 いずれの磁極にも磁氣的に接することなく(物理的に接していても良い)独立した中間磁性体9が配置されている。この中間磁性体9は、ステータヨーク5 a, 5 bからの磁氣的影響によるディテントトルクの発生を抑制する。

図10は上記中間磁性体9付近の詳細断面図を示す。同図において、
10 (a)は図1のA方向(矢印)からの断面を示す。中間磁性体9は薄い長方板状の磁性鋼板片を、長さの異なる一対の脚部を有する変形U字状に折曲して形成されている。その短い方の脚部の外側面が、永久磁石2の磁極通過面に近接対向する磁気作用面9 1となっている。この磁気作用面9 1は、永久磁石2の磁極通過面の厚み幅方向(高さ方向)に直立した状態で、その磁極通過面に平行に近接対向させられている。
15

さらに、上記磁気作用面9 1は、永久磁石2の磁極通過面の厚み幅 s_1 に対し、その $1/2$ 以下の幅 s_2 だけ厚み方向(高さ方向)に重なるように位置させられている($s_2 \leq s_1/2$)。つまり、永久磁石2の磁極通過面の厚み幅 s_1 に対し、中間磁性体9がその磁極通過面に近接
20 対向する部分の幅 s_2 を $1/2$ 以下とするように構成されている。なお、ここでは、幅 s_2 を $1/2$ 以下にすることがより望ましいこととなっているが、このことが、その幅 s_2 を磁極通過面の厚み幅 s_1 より大きくすることを妨げるものではない。つまり、幅 s_2 が幅 s_1 よりも大きい態様も可能である。

同図の(b)は、上記中間磁性体9と永久磁石2間の位置関係の別の実施形態を示すが、この場合も、永久磁石2の磁極通過面の厚み幅 s_1 に対し、中間磁性体9がその磁極通過面に近接対向する部分の幅 s_2 を
25 $1/2$ 以下とするように構成されている。

図11は上述したステッピングモータのディテントトルク特性をグラフで示す。同図のグラフにおいて、実線の特徴曲線は上記中間磁性体9
30

を設けた場合の回転角に対するディテントトルクの変化状態、破線の特
性曲線は上記中間磁性体 9 が無い場合の回転角に対するディテントトル
クの変化状態をそれぞれ示す。

- 5 同図の比較グラフからもあきかなように、上記中間磁性体 9 を設け
た方（実線）は、そうでない場合（破線）に比べて、永久磁石の回転角
度によるディテントトルクの変動が大幅に低減されている。なお、同図
の特性グラフにおいて、縦軸のディテントトルクはギア減速された回転
出力軸でのトルクを示す。

- 10 図 1 2 は、永久磁石と中間磁性体間の近接対向状態とディテントトル
ク低減効果の関係を示すグラフである。同図のグラフにおいて、横軸は
永久磁石の厚み幅 s_1 に対する中間磁性体の近接対向幅 s_2 の比（ s_2
/ s_1 ）を示す。縦軸はディテントトルク比の大きさ（回転角度による
ディテントトルクの変化幅）を、上記中間磁性体が無い場合を 100 %
とした相対値で示す。

- 15 同図のグラフが示すように、ディテントトルク比は上記中間磁性体 9
を設けることによってあきらかに低減されるが、その低減の効果は、永
久磁石 2 の厚み幅 s_1 に対する中間磁性体 9 の近接対向幅 s_2 の比（ s_2
/ s_1 ）をある程度小さくした方が、より良く現れる。とくに、その
比（ s_2 / s_1 ）が 0.5 以下、すなわち、永久磁石 2 の磁極通過面の
20 厚み幅 s_1 に対し、中間磁性体 9 がその磁極通過面に近接対向する部分
の幅 s_2 が 1 / 2 以下となるところで、ディテントトルク低減の効果が
顕著に現れるようになることが、同図のグラフから読み取れる。

表 1 は、上記中間磁性体の材質によるディテントトルク比の違いを示す。

- 25 表 1 : 中間磁性体の材質によるディテントトルク比

磁性体 9 の材質	S U Y	S U S
磁気焼鈍	有り	無し
ディテントトルク比	1 0 0	9 2

表 1 において、S U Y は上記ステータヨークなどに良く使用される電磁軟鉄であって、上記中間磁性体 9 の形状に加工した後に磁気焼鈍を行った。この材質は比較的高い透磁率を示す。S U S は電磁ステンレスであって、上記中間磁性体 9 の形状に加工した後の磁気焼鈍は行わなかった。この材質は上記 S U Y よりも低い透磁率を示す。

表 1 から読み取れるように、中間磁性体 9 の材料にはステータヨークと同等以下の透磁率の磁性材料を用いることが、ディテントトルクの軽減に有効である。

図 1 3 は、本発明の第 2 実施形態によるステッピングモータを減速ギアと共に電気絶縁性の樹脂製ケーシング内に組み込んだ状態を示すケーシング内上側面図である。同図において、ステッピングモータ 1 0 の回転出力は永久磁石 2 に一体化されたロータ 3 のギア 1 2 a から取り出される（軸が固定され、一体化された永久磁石 2 とギア 1 2 a のみが回転する場合）。モータ 1 0 の回転は、ロータ 3 に一体化された第 1 ピニオン 1 2 a、この第 1 ピニオン 1 2 a に噛合する第 1 歯車 1 2 b、この第 1 歯車 1 2 b と同心同軸上に一体化された第 2 ピニオン 1 3 a、およびこの第 2 ピニオン 1 3 a に噛合する第 2 歯車 1 3 b によって減速伝動され、最終的にその第 2 歯車 1 3 b の回転軸 1 3 から取り出されるようになっている。

図 1 4 は、図 1 3 に示したギア付ステッピングモータの要部断面図を示す。同図に示すように、ロータ 3（永久磁石 2）の回転運動を伝動する複数のギア（ピニオン 1 2 a、1 3 a および歯車 1 2 b、1 3 b）の各回転軸 1、1 2、1 3 は、磁性体からなる支持基板 1 5 上に回転自在に軸支されている。さらに、この支持基板 1 5 には、その一部をプレス等によって折曲げ加工することにより、上記中間磁性体 9 が一体的に形成されている。そして、その支持基板 1 5 および上記ギア（1 2 a、1 2 b、1 3 a、1 3 b）を含むモータ全体が、電気絶縁性の樹脂製ケーシング 1 1 に組み込まれている。上記支持基板 1 5 は、温度による線膨張率が上記樹脂製ケーシング 1 1 よりも小さな磁性材料で形成されている。

上記構成により、樹脂製ケーシング 11 の使用に伴って生じる精度低下等の諸問題たとえば温度変化によるギア間距離の狂い等を解決し、低騒音化および低コスト化、さらにはモータ端子構造の単純化に有利であるとともに、円滑かつ安定な回転動作を確実に得ることができるように
5 なる。

図 15 は、上記中間磁性体 9 に関する別の実施形態を示す上側面図である。この実施形態では、ステータヨーク 5 a, 5 b の磁極配置が図 9 または図 13 に示したものに対して上下に反転している。さらに、この実施形態では、ロータ 3 の回転運動を伝動する複数のギア (12 a, 1
10 2 b, 13 a, 13 b) の少なくともその中の 1 つのギアの回転軸 13 を磁性体で形成し、この磁性体の軸 12 で上記中間磁性体 9 を形成している。つまり、ギア (12 b, 13 a) の軸 12 と中間磁性体 9 が一つの共通部品によって構成されている。この構成によれば、部品点数を増やすことなくディテントトルク低減の効果を得るための中間磁性体 9 を
15 配置することができる。

以上に説明したように、本発明の第 2 の実施形態では、円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁された永久磁石を有するロータと、このロータの外周囲に配置されて 2 相以上の多相界磁を形成する
20 2 つ以上のステータヨークと、このステータヨークを励磁する励磁コイルとを備えるとともに、上記ステータヨークの磁極部が上記永久磁石の磁極通過面に近接対向するように配置されたステッピングモータにおいて、隣接する 2 つのステータヨーク間の所定位置であって上記永久磁石の磁極通過面に近接対向する位置に、両側のステータヨークから磁氣的に独立した中間磁性体を配置したことにより、回転トルク等のモータ性
25 能をそれほど阻害することなく、回転出力にトルクリップルを生じさせるディテントトルクを効果的に低減させて、円滑な回転出力を得られるようにすることができる。

また、電気絶縁性の樹脂製ケーシングの使用に伴って生じる精度低下等の諸問題を解決し、低騒音化および低コスト化、さらには通電端子構造の単純化に有利であるとともに、円滑かつ安定な回転動作を確実に得
30

ることができるといった効果も得ることが可能である。

(第3の形態)

図16は本発明によるステッピングモータの第3の実施形態を示す。同図は本実施形態にて使用するステータヨークの要部側断面を示す。

- 5 同図において、(A)はステータヨーク5に組み立てられる前のヨーク部材51、52を示す。(B)はそのヨーク部材51、52を巻線ボビン7内でステータヨーク5に組み立てる前の状態、(C)はそのヨーク部材51、52が巻線ボビン7内で継ぎ合わせられて磁氣的に一体化されたステータヨーク5を形成した状態をそれぞれ示す。
- 10 同図に示すように、ステータヨーク5は、励磁コイル8があらかじめ巻回された貫通筒状の巻線ボビン7の一方口(図では左側)から挿入される第1のヨーク部材51と、そのボビン7の他方口(図では右側)から挿入される第2のヨーク部材52とによって形成される。両ヨーク部材51、52の各挿入端部51a、52aにはそれぞれ先端部に厚み段
- 15 差を形成するL状の切欠部51b、52bが設けられている。

この切欠部51b、52bは互いに対称な相補形状をなし、両ヨーク部材51、52の各挿入端部51a、52aをその挿入方向(図では左右方向)と重なり方向(図では上下方向)の2方向で互いに面接触させながら両者間に連続的な磁路を形成する継ぎ合わせ部53を形成する。

- 20 この継ぎ合わせ部53は巻線ボビン7内に圧入された状態で固定されている。

- 両ヨーク部材51、52は共に所定の厚みd1を有する一定の長方断面形状を有するが、上記切欠部51b、52bではその厚みd1が半分($d1/2$)に形成されている。つまり、ステータヨーク5の全体の厚みが均一になるように上記切欠部51b、52bでの厚みd1が設定されている。
- 25

- 他方、貫通筒状の巻線ボビン7は、上記ヨーク部材51、52を所定の位置決め状態で嵌挿させるべく一定の長方断面形状をなす筒状空洞を有するが、その空洞の高さ(厚みd1に対応する高さ)h1は、巻線ボ
- 30 ビン7と継ぎ合わせ部53間にて弾性応力が有効に作用する範囲内にて、

上記継ぎ合わせ部 5 3 での厚み d_1 ($= d_1 / 2 + d_1 / 2$) よりもわずかに小さく設定されている ($h_1 < d_1$)。これにより、両ヨーク部材 5 1, 5 2 は巻線ボビン 7 内に圧入状態で嵌挿させられて係止および固定される。

- 5 上述のような構成により、溶接等の加工を行うことなく、かつ多数の部材を積み重ねる手間を行うこともなく、一对のヨーク部材 5 1, 5 2 を巻線ボビン 7 の両端から差し込むという簡単な作業でもって、ステータヨーク 5 を巻線ボビン 7 内で確実に組み立てることができる。これとともに、両ヨーク部材 5 1, 5 2 の挿入端部 5 1 a, 5 2 a が挿入方向
10 と重なり方向の 2 方向で互いに面接触することにより、両ヨーク部材 5 1, 5 2 間に磁場漏れの少ない良好かつ安定な磁氣的連結状態を形成することができる。また、上記継ぎ合わせ部 5 3 が巻線ボビン 7 内に圧入状態で固定されていることにより、機械的にも良好かつ安定な連結状態を得ることができる。以上のようにして、ステータの磁氣的特性や防錆
15 等の品質を向上させるとともに、組立作業性にすぐれたステッピングモータを提供するという目的が達成される。

- さらに、図示の実施形態では、両ヨーク部材 5 1, 5 2 の挿入端部 5 1 a, 5 2 a にそれぞれ、挿入方向に向けて縮小するテーパ部 5 1 c, 5 2 c を形成してあるが、これにより、巻線ボビン 7 内でのステータヨーク 5 の組み立てに際し、ヨーク部材 5 1, 5 2 を巻線ボビン 7 内に挿入する作業性を大幅に向上させることができる。
20

- 図 1 7 は上記ステータヨークの要部における別の実施形態を示す。上述した実施形態との相違に着目して説明すると、先ず、同図の (A) では、一方のヨーク部材 5 1 の挿入端部 5 1 a に巻線ボビン 7 の内側面に圧接する突起部 5 1 d を設けてある。この場合、この突起部 5 1 d の高さ d_2 を加えた継ぎ合わせ部 5 3 の総厚さ d_1' ($= d_1 + d_2$) が巻線ボビン 7 内の空洞高 h_1 よりもわずかに高くなるようにする ($d_1 + d_2 > h_1$)。
25

- この構成により、両ヨーク部材 5 1, 5 2 を巻線ボビン 7 内にて圧入状態で固定できるとともに、両ヨーク部材 5 1, 5 2 を巻線
30

ポビン7内に挿入しやすくすることができる。つまり、突起部51dの部分を除いた挿入端部51a, 52aの総厚み($d1/2 + d1/2$)は、巻線ポビン7内の空洞高h1と同程度またはそれよりも若干小さくすることができ、これにより、その挿入端部51a, 52aを巻線ポビン7内に挿入しやすくすることができる。したがって、この実施形態では、巻線ポビン7内でのステータヨーク5の圧入固定状態を確保しながら、ヨーク部材51, 52を巻線ポビン7内に嵌挿してステータヨーク5を組み立てる際の作業性を高めることができる。また、ヨークがポビンをこすることにより発生する削りかす等も発生しにくくなる。これにより、モータのゴミ不良等を軽減して品質を高めることができる。

同図の(B)は、2つのヨーク部材51, 52にそれぞれ突起部51d, 52dを設けた実施形態を示す。この場合は、各突起部51d, 52dの高さd2, d2を加えた継ぎ合わせ部53の総厚さd1' ($= d1 + 2 \times d2$)が、巻線ポビン7内の空洞高h1よりもわずかに高くなるようにする($d1 + 2 \times d2 > h1$)。これにより、上述の場合と同様、巻線ポビン7内でのステータヨーク5の圧入固定状態を確保しながら、ヨーク部材51, 52を巻線ポビン7内に嵌挿してステータヨーク5を組み立てる際の作業性を高めることができる。

図18は上記ステータヨークと巻線ポビンに関する別の実施形態を示す。同図に示す実施形態では、両ヨーク部材51, 52の各挿入端部51a, 52aにそれぞれ巻線ポビン7の内側面に圧接する突起部51d, 52dが設けられるとともに、その突起部51d, 52dを嵌入させて係止する凹部51e, 52eが巻線ポビン7側に設けられている。

この凹部51e, 52eは、両ヨーク部材51, 52の挿入端部51a, 52aが互いに継ぎ合って連続的な磁路を形成する状態にて、上記突起部51d, 52dを巻線ポビン7内に安定に係止させる。これにより、ヨーク部材51, 52と巻線ポビン7間の連結をさらに確実にすることができる。なお、図17の(A)に示したように、一方のヨーク部材51側だけに上記突起部51dを設けた場合には、その突起部51dを嵌入係止させる一方の凹部51eだけ設ければよい。

図19は上記ステータヨークと巻線ボビンに関するさらに別の実施形態を示す。同図に示す実施形態では、両ヨーク部材51、52の挿入端部51a、52aが互いに継ぎ合って連続的な磁路を形成する状態にて互いに挿入方向の移動に係止し合う一対の凸部51fと凹部52fを、
5 両ヨーク部材51a、52aに振り分けて設けてある。これにより、ヨーク部材51a、52a間の磁気的および機械的な連結状態をさらに確実かつ安定なものとすることができる。

図20は本発明によるステッピングモータの要部組立状態を示す上側面図である。同図に示すステッピングモータ10は上述したステータヨーク（図16～図19）を使用して構成されている。このステッピングモータ10は、まず、軸1と同心同軸上に、回転自在に取り付けられた環状の永久磁石2によってロータ3が形成されている。永久磁石2は円周方向に沿って60度ピッチで磁極が交互に反転するように多極着磁されて3対6極（3極対）の磁極を有する。ロータ5の外側には2つのス
10
15 テータヨーク5a、5bが配置されている。

各ステータヨーク5a、5bはそれぞれ変形U字状の平面形状を有し、そのU字の両先端が磁極部6a1、6a2、6b1、6b2を形成する。この2つのステータヨーク5a、5bは互いに同一平面形状を有し、磁極部6a1、6a2、6b1、6b2が左右対称に向かい合う形で永久
20 磁石2の磁極通過面に近接対向するように配置されている。

各磁極部6a1、6a2、6b1、6b2の先端面はそれぞれ、上記永久磁石2の外周面すなわち磁極通過面に等間隔で平行に近接対向すべく、同心円上に沿った円弧状に形成されている。磁極部6a1と6a2、および6b1と6b2はそれぞれ、永久磁石2の磁極ピッチに一致
25 させるために、回転軸1を中心とした中心角60度の扇形円弧の両端に位置するように配置されている。また、磁極部6a1と磁極部6b1は、電気角で90度の位相差を生じさせるために、回転軸1を中心とした中心角90度の扇形円弧の両端に位置するように配置されている。

各ステータヨーク5a、5bのU字状脚対の一方にはそれぞれ、上記
30 巻線ボビン7が装着されている。このボビン7には前述したように、励

磁コイル 8 があらかじめ巻回されている。これにより、2 相突極タイプのステッピングモータ 10 が形成されている。この 2 相ステッピングモータ 10 は、指示計器の指針をオープンループ制御で双方向駆動する用途に適しているが、ステータヨークを 2 個配置するためにその組立作業が面倒になりやすいという問題があった。しかし、上述したステータヨーク 5 a, 5 b を使用することによって、その組立作業を効率良く簡単に行わせることが可能となる。また、上述した 2 相ステッピングモータでは、ロータ 3 の回りに、ステータヨーク 5 a, 5 b の磁極部を正確かつ安定に配置する必要があるが、これも、上述したステータヨーク 5 a, 5 b を使用することによって簡単かつ再現性良く行うことができる。

図 2 1 は、本実施形態によるステッピングモータ 10 を減速ギアと共に電気絶縁性の樹脂製ケーシング 1 1 内に組み込んだ状態を示す上側面図である。

同図において、ステッピングモータ 10 の回転出力は、永久磁石 2 からなるロータ 3 に一体的に固定されているギア 1 2 a から取り出される。この回転軸 1 の回転は、この回転軸 1 に軸結された第 1 ピニオン 1 2 a、この第 1 ピニオン 1 2 a に噛合する第 1 歯車 1 2 b、この第 1 歯車 1 2 b と同心同軸上に一体化された第 2 ピニオン 1 3 a、およびこの第 2 ピニオン 1 3 a に噛合する第 2 歯車 1 3 b によって減速伝動され、最終的にその第 2 歯車 1 3 b の回転軸 1 3 から取り出されるようになっている。

上述したように、本発明の第 3 の実施形態では、ステータヨークが、ボビンの一方口から挿入される第 1 のヨーク部材と、上記ボビンの他方口から挿入される第 2 のヨーク部材とによって形成される。両ヨーク部材の各挿入端部は、少なくとも挿入方向と重なり方向の 2 方向で互いに面接触する継ぎ合わせ部によって両者間に連続的な磁路を形成する。これとともに、その継ぎ合わせ部が上記ボビン内に圧入状態で固定されている。このような構成により、ステータの磁気的特性や防錆等の品質を向上させるとともに、組立作業性にすぐれたステッピングモータを得ることができる。

尚、本発明において、ケースに軸を回転自在に支持し、この回転軸に

ロータとギアを一体的に結合してもよいし、またはケースに軸を固定し、この固定軸にロータとギアを回転自在に取り付けるように適宜変更できることは詳述するまでもないことである。

- 5 以上、本発明をその主要な用途である指示計器用のステッピングモータについて説明してきたが、本発明の技術は上記形態に限定されるものではなく、たとえば、時計あるいは計器用途以外のアクチュエータとしても使用可能である。また、モータの極数等についても上記以外の多極構造が可能である。

＜産業上の利用可能性＞

- 10 本発明によれば、たとえば指示計器等の指針をオープンループ制御で円滑に移動駆動させるのに適した性能を有するステッピングモータを構成することができる。

- 15 具体的には、ステッピングモータおよびこのモータの回転を減速しながら伝動する複数のギアを内蔵したギア付モータに利用可能であって、回転トルク等のモータ性能を阻害することなく、回転出力にトルクリップルを生じさせるディテントトルクを効果的に低減させて、円滑な回転出力を実現することができる。

- 20 また、上記ステッピングモータおよび上記ギア付モータにおいて、電気絶縁性の樹脂製ケーシングの使用に伴って生じる精度低下等の諸問題を解決し、低騒音化および低コスト化、さらには端子構造の単純化に有利であるとともに、円滑かつ安定な回転動作を確実に得ることができる。

さらに、上記ステッピングモータおよび上記ギア付モータにおいて、ステータの磁気的特性や防錆等の品質を向上させるとともに、組立作業性にすぐれたステッピングモータを提供することができる。

請求の範囲

1. 円周方向に多極着磁された永久磁石を有するロータと、そのロータの外周囲に配置された少なくとも2個のステータヨークと、そのステータヨークに装着された励磁コイルとを備え、上記ステータヨークの両端の磁極面が上記永久磁石の磁極に対向可能に配置されたステッピングモータにおいて、上記磁極面の面積より、磁路を構成する上記ステータヨークの所定部位の断面積を小さくしたことを特徴とするステッピングモータ。
2. 請求項1において、前記所定部位は、前記磁極面の部分を除く磁路の全体であることを特徴とするステッピングモータ。
3. 請求項1または2において、前記磁極面から、前記断面積が小さくなった前記所定部位までの距離が、前記磁極面の軸方向の高さに対して小さくしたことを特徴とするステッピングモータ。
4. 請求項1～3のいずれかにおいて、平板状の前記ステータヨークの先端部を折り曲げることにより、前記磁極面が形成されてなることを特徴とするステッピングモータ。
5. 円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁された永久磁石を有するロータと、このロータの外周囲に配置されて2相以上の多相界磁を形成する2つ以上のステータヨークと、このステータヨークを励磁する励磁コイルとを備えるとともに、上記ステータヨークの磁極部が上記永久磁石の磁極通過面に近接対向するように配置されたステッピングモータにおいて、隣接する2つのステータヨーク間の所定位置であって上記永久磁石の磁極通過面に近接対向する位置に、両側のステータヨークから磁氣的に独立した中間磁性体を配置したことを特徴とするステッピングモータ。
6. 請求項5において、前記ロータの回転運動を伝動する複数のギアの軸を磁性体からなる支持基板上に軸支させるとともに、その支持基板に前記中間磁性体を一体的に形成したことを特徴とするステッピングモータ。

7. 請求項6において、前記ギアを含むモータ全体を電気絶縁性の樹脂製ケーシング内に組み込むとともに、温度による線膨張率はその樹脂製ケーシングよりも小さな磁性材料で前記支持基板を形成したことを特徴とするステッピングモータ。

5 8. 請求項5～7のいずれかにおいて、前記ロータの回転運動を伝動する複数のギアの少なくとも1つの軸を磁性体で形成し、この磁性体の軸で前記中間磁性体を形成したことを特徴とするステッピングモータ。

9. 請求項5～8のいずれかにおいて、前記永久磁石の磁極通過面の厚み幅に対し、前記中間磁性体が前記磁極通過面に近接対向する部分
10 の幅を $1/2$ 以下としたことを特徴とするステッピングモータ。

10. 請求項5～9のいずれかにおいて、前記中間磁性体の材料として前記ステータヨークと同等以下の透磁率の磁性材料を用いたことを特徴とするステッピングモータ。

11. 請求項5～10のいずれかにおいて、前記永久磁石は3対6
15 極の磁極を有し、前記ステータヨークは1対2極の磁極を形成するものが2つ設けられ、前記ステータヨークは両磁極の成す角が60度となるように形成されたものが2つ設けられるとともに、1つ目のステータヨークの一方の磁極と2つ目のステータヨークの一方の磁極との間が90度になるように配置され、前記中間磁性体はその90度の間の所定位置
20 に配置されていることを特徴とするステッピングモータ。

12. 請求項5～11のいずれかにおいて、前記ステータヨークは前記永久磁石の磁極通過面に対して等間隔で平行に近接対向するような磁極形状を有することを特徴とする。

13. 円周方向に沿って磁極が交互に反転するように多極着磁され
25 た永久磁石を有するロータと、両端がそれぞれに上記永久磁石の磁極通過面に近接対向する磁極部となるような屈曲形状に形成されたステータヨークと、このステータヨークを励磁するためのコイルがあらかじめ巻回された貫通筒状の巻線ボビンとを有し、この巻線ボビンに上記ステータヨークの中間部が嵌挿させられた構造のステッピングモータにおいて、
30 上記ステータヨークは上記ボビンの一方口から挿入される第1のヨーク

部材と、上記ボピンの他方口から挿入される第2のヨーク部材とによって形成され、両ヨーク部材の各挿入端部は少なくとも挿入方向と重なり方向の2方向で互いに面接触する継ぎ合わせ部によって両者間に連続的な磁路を形成するとともに、その継ぎ合わせ部が上記ボピン内に圧入状態で固定されていることを特徴とするステッピングモータ。

14. 請求項13において、第1のヨーク部材と第2のヨーク部材の少なくとも一方の挿入端部に前記ボピンの内側面に圧接する突起部を設けたことを特徴とするステッピングモータ。

15. 請求項13または14において、第1のヨーク部材と第2のヨーク部材の少なくとも一方の挿入端部に前記ボピンに圧接する突起部を設けるとともに、両ヨーク部材の挿入端部が互いに継ぎ合って連続的な磁路を形成する状態にて上記突起部を係止させる凹部を、上記ボピン側に設けたことを特徴とするステッピングモータ。

16. 請求項13～15のいずれかにおいて、第1と第2の両ヨーク部材の挿入端部が互いに継ぎ合って連続的な磁路を形成する状態にて互いに挿入方向の移動に係止し合う一対の凸部と凹部を、両ヨーク部材に振り分けて設けたことを特徴とするステッピングモータ。

17. 請求項13～16のいずれかにおいて、第1と第2の両ヨーク部材の挿入端部にそれぞれ挿入方向に向けて縮小するテーパ部を形成したことを特徴とするステッピングモータ。

18. 請求項13～17のいずれかにおいて、少なくとも2つのステータヨークが前記ロータの外周囲に配置されて2相以上の多相界磁を形成することを特徴とするステッピングモータ。

19. 請求項13～18のいずれかにおいて、前記永久磁石は3対6極の磁極を有し、前記ステータヨークは1対2極の磁極を形成するものが2つ設けられ、前記ステータヨークは両磁極のなす角が60度となるように形成されたものが2つ設けられるとともに、1つ目のステータヨークの一方の磁極と2つ目のステータヨークの一方の磁極との間が90度になるように配置されていることを特徴とするステッピングモータ。

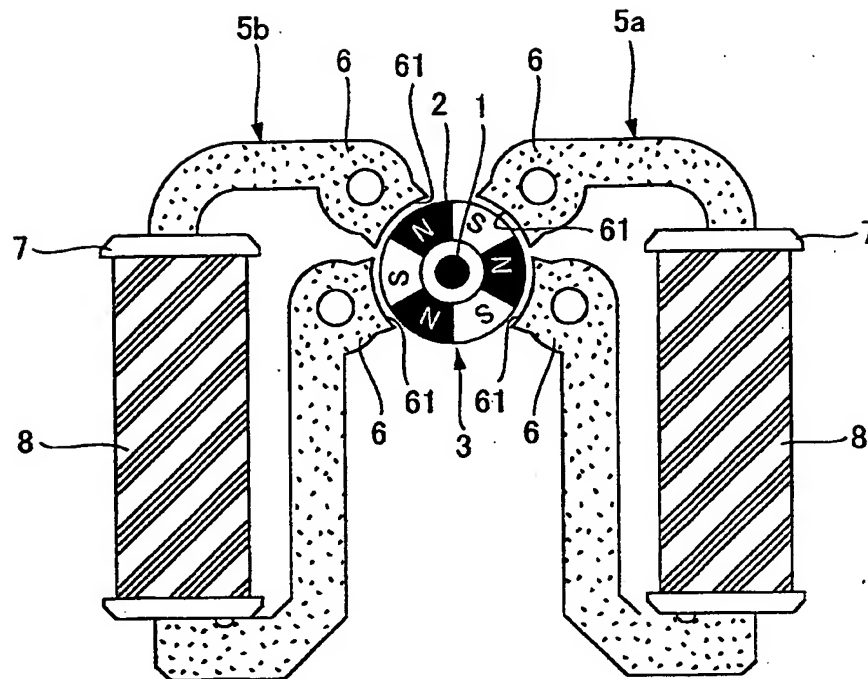
20. 請求項1～19のいずれかに記載のステッピングモータと、

このステッピングモータのロータに設けた第 1 ギアと、この第 1 ギアに連携された所定数のギアをケーシング内の所定位置に収納配置し、上記ギアのうちの所定のギアに出力軸を取り付けるとともに、その出力軸の一端を前記ケーシング外部に突出配置したことを特徴とするギア付モータ。

5

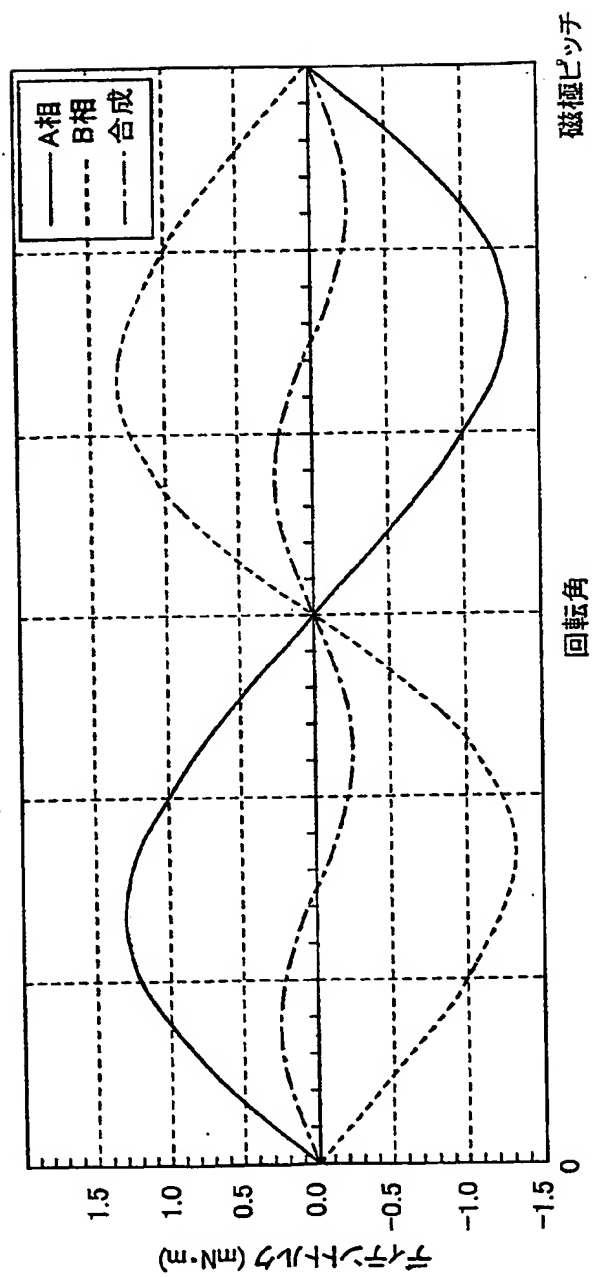
1/16

(第1図)



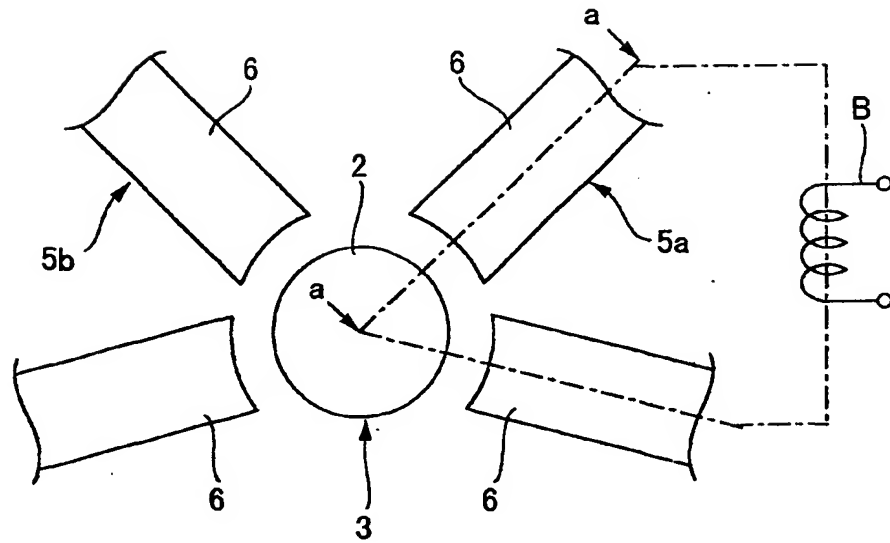
2/16

(第2図)

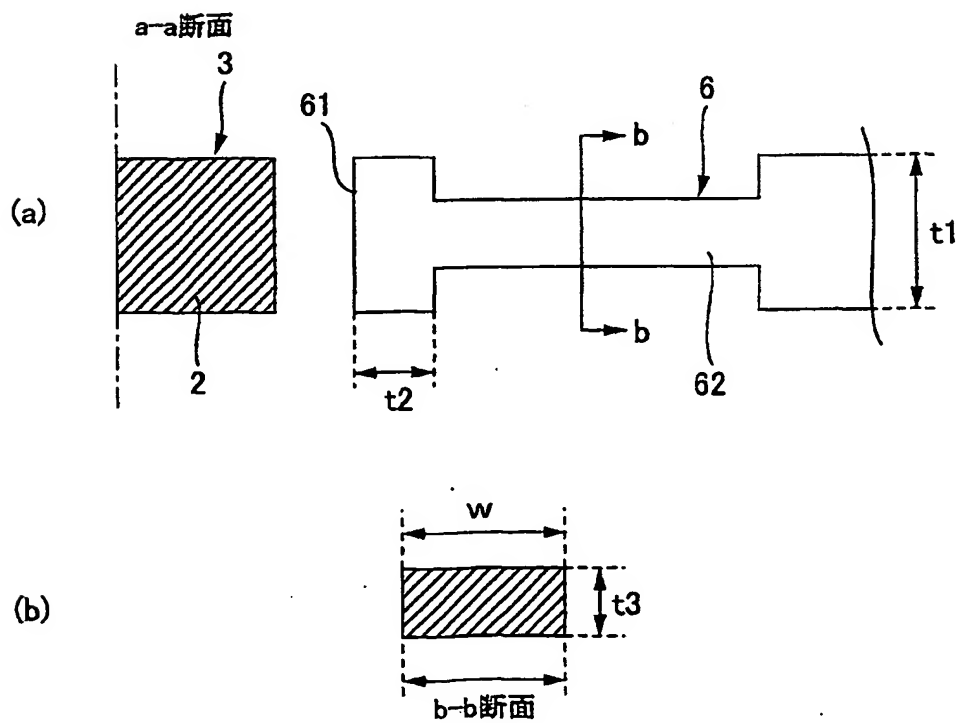


3/16

(第3図)

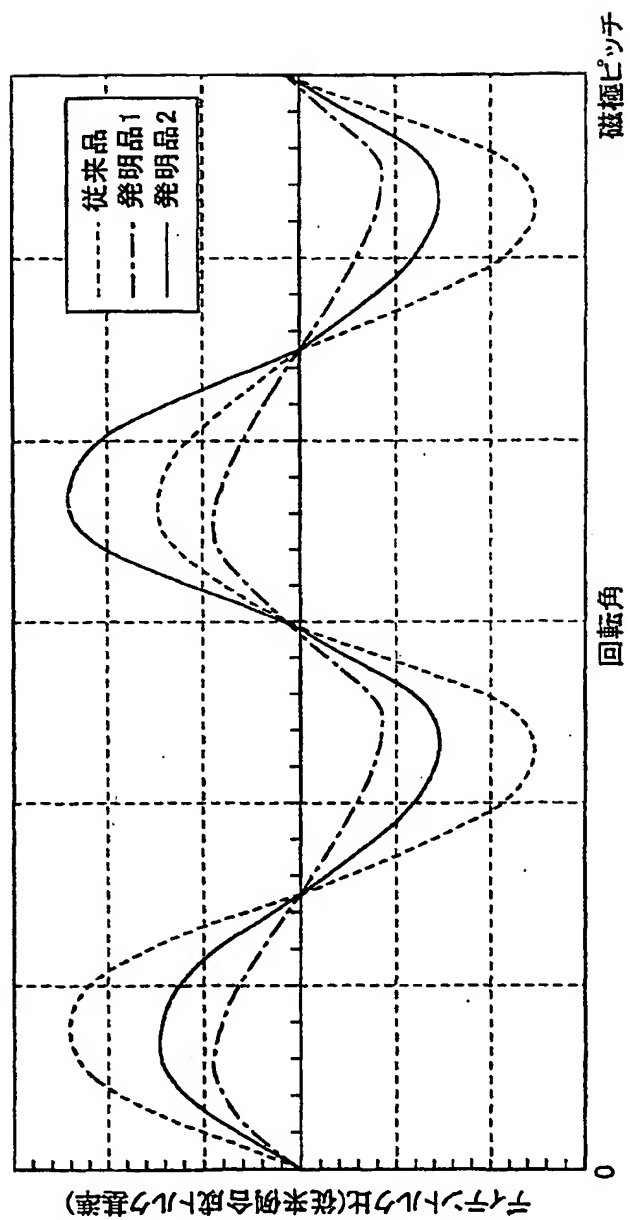


(第4図)



4/16

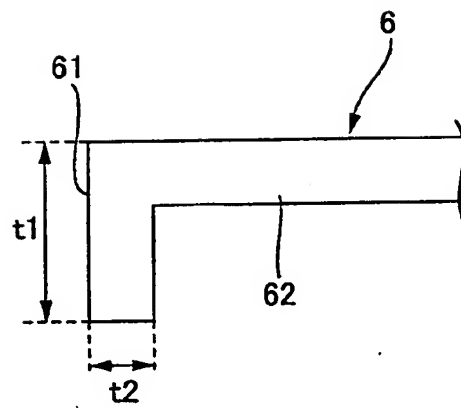
(第5図)



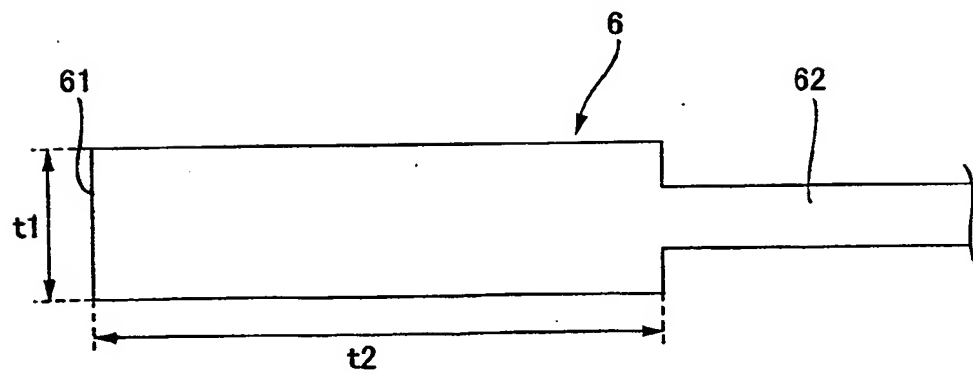
5/16

(第6図)

(a)

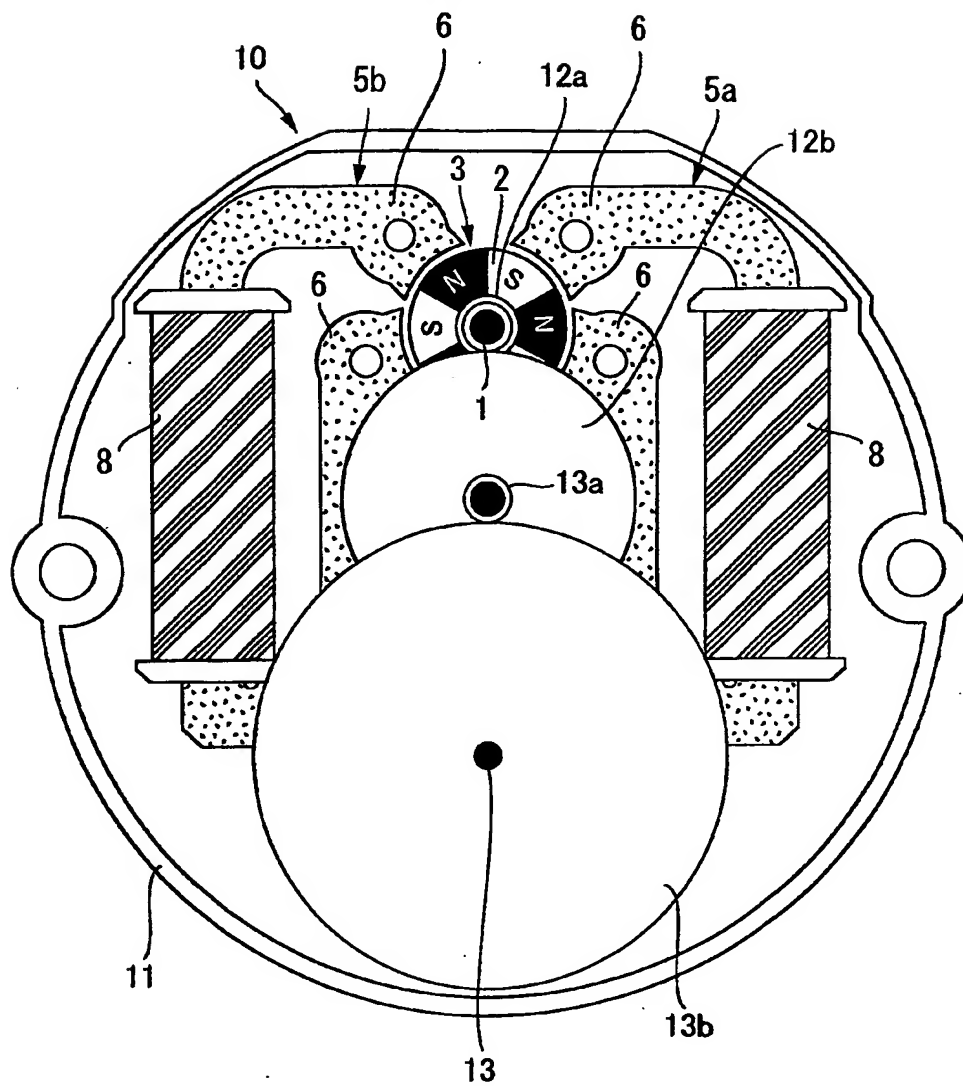


(b)

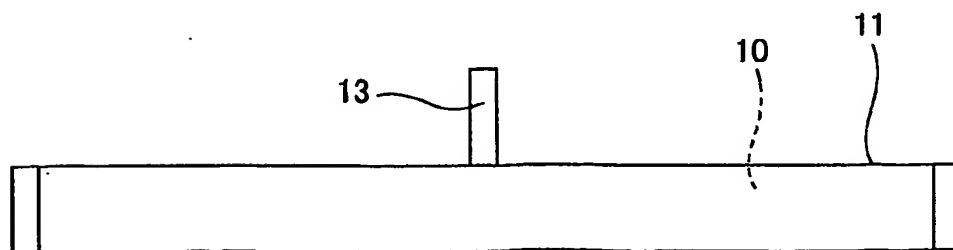


6/16

(第7図)

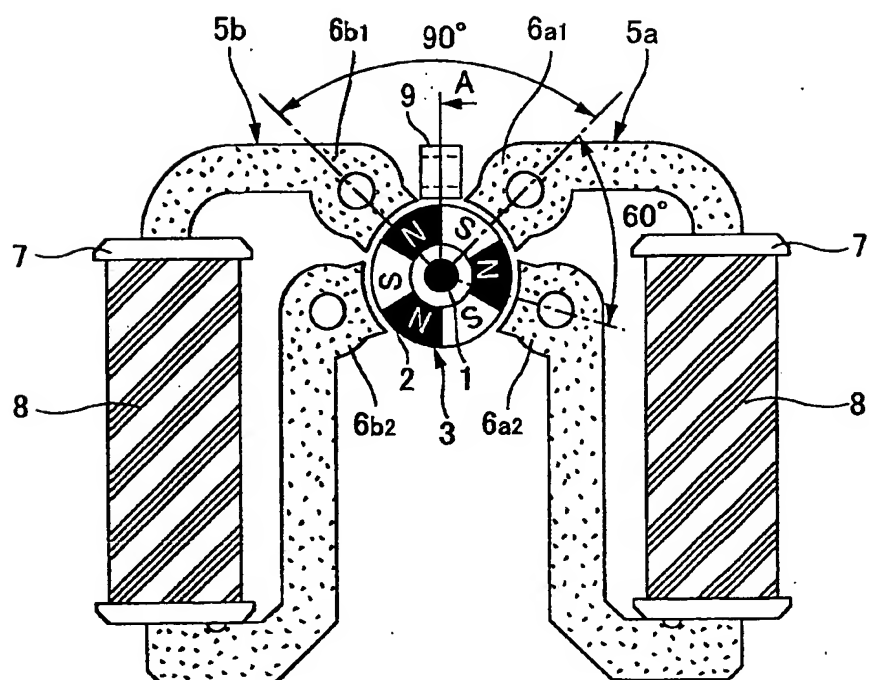


(第8図)

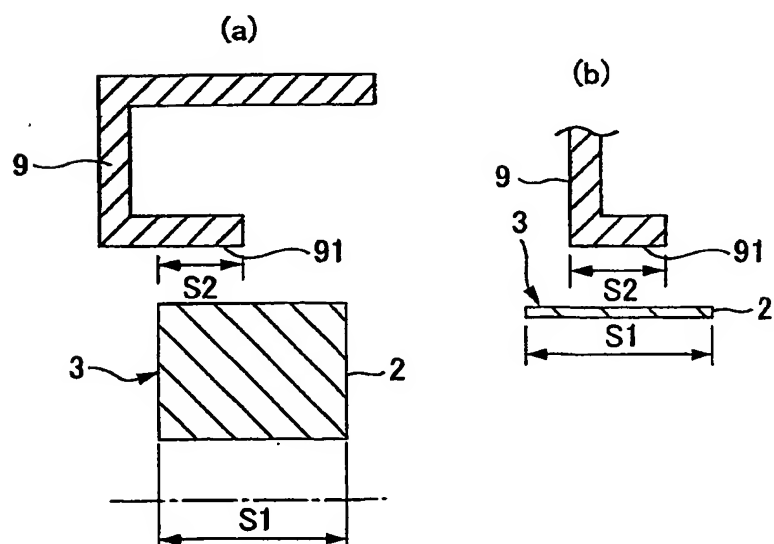


7/16

(第9圖)

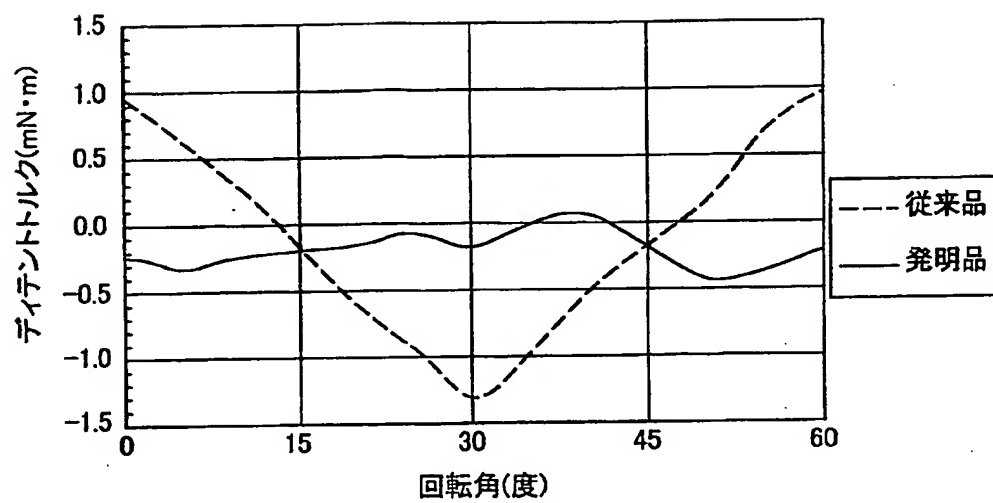


(第10図)



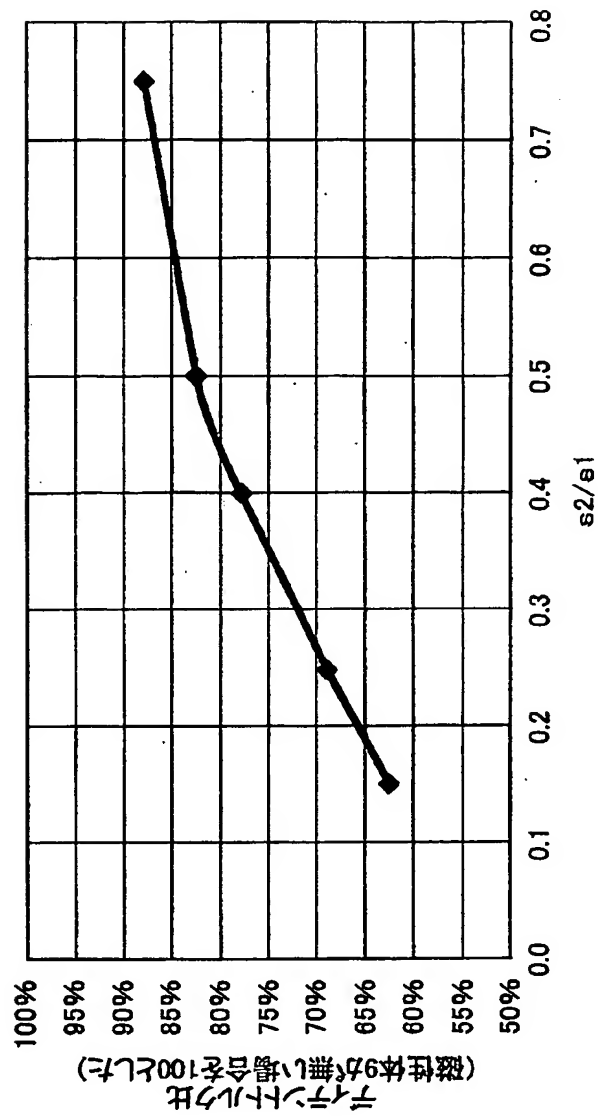
8/16

(第11図)



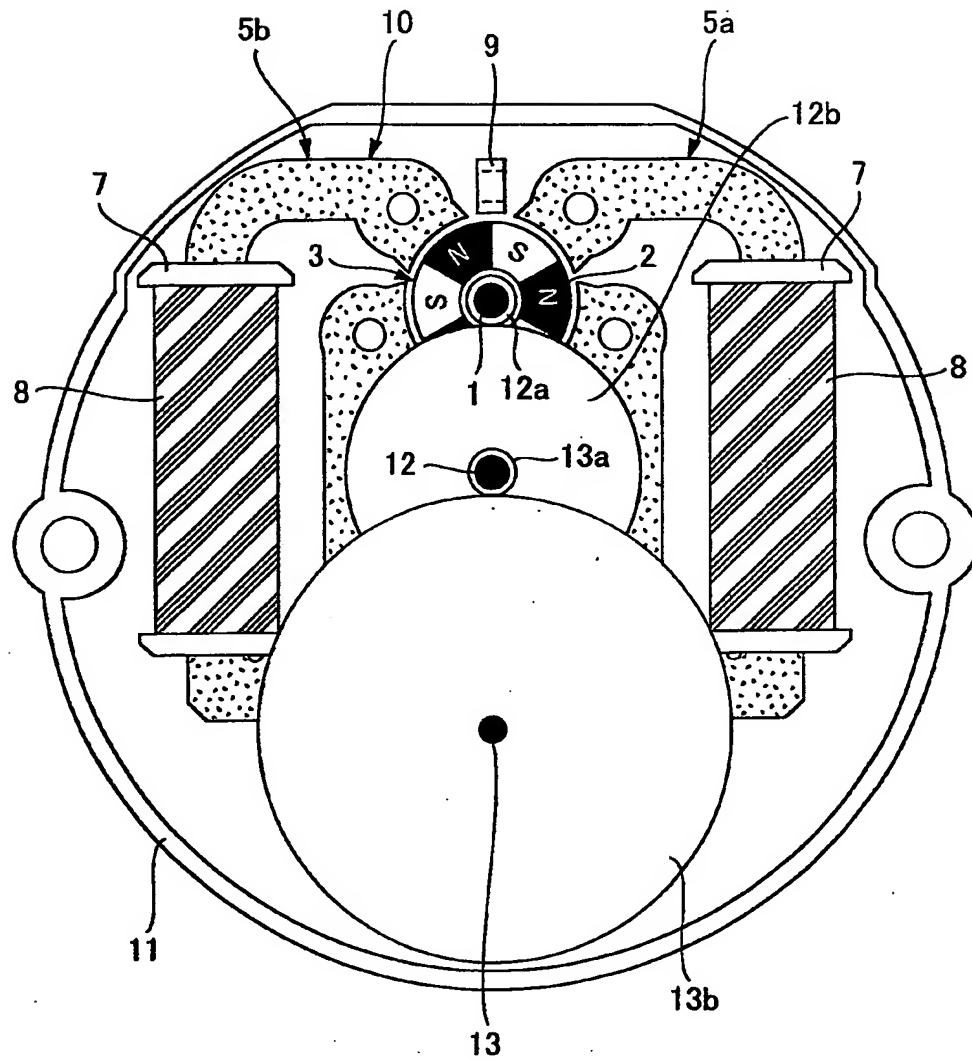
9/16

(第12図)



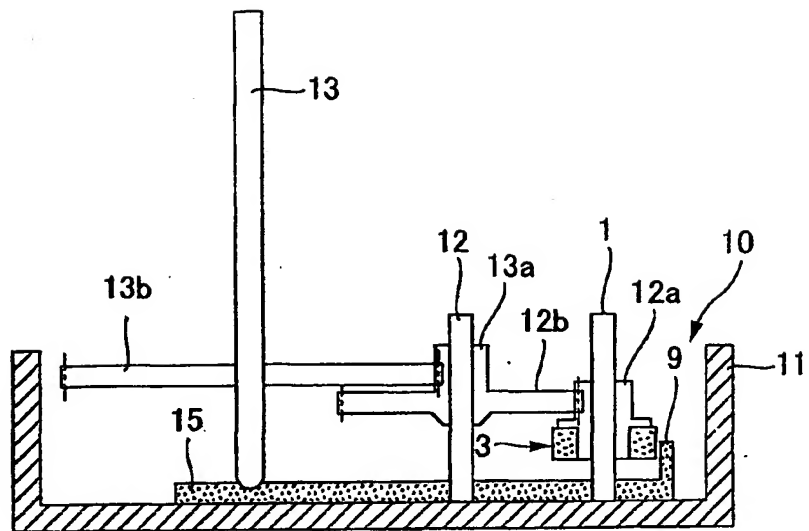
10/16

(第13図)

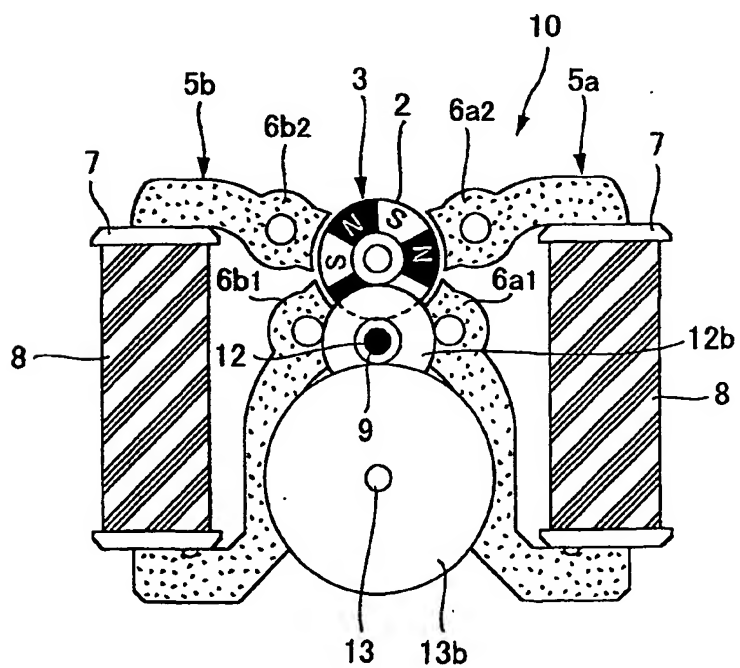


11/16

(第14図)



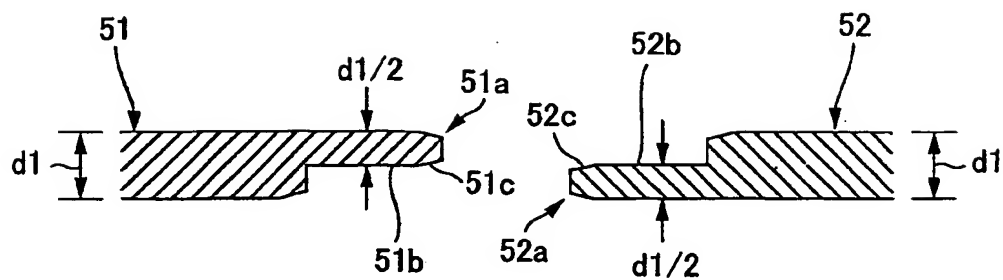
(第15図)



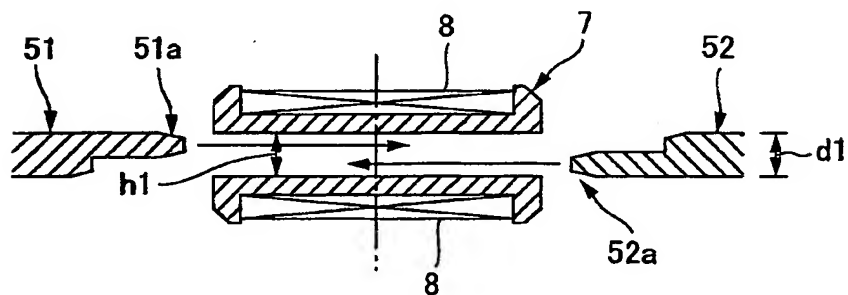
12/16

(第16図)

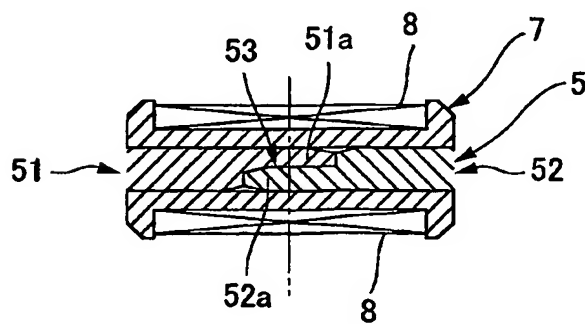
(A)



(B)



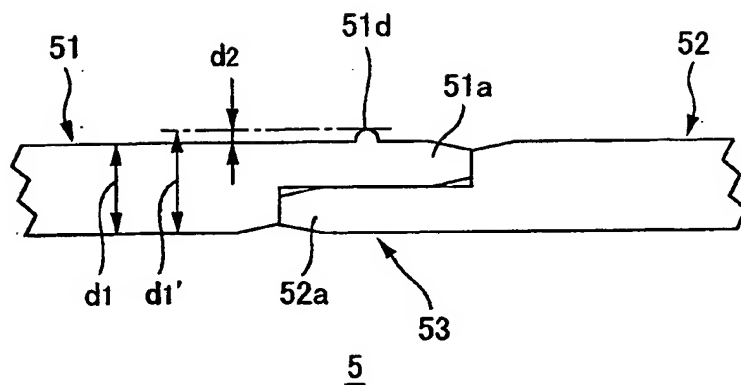
(C)



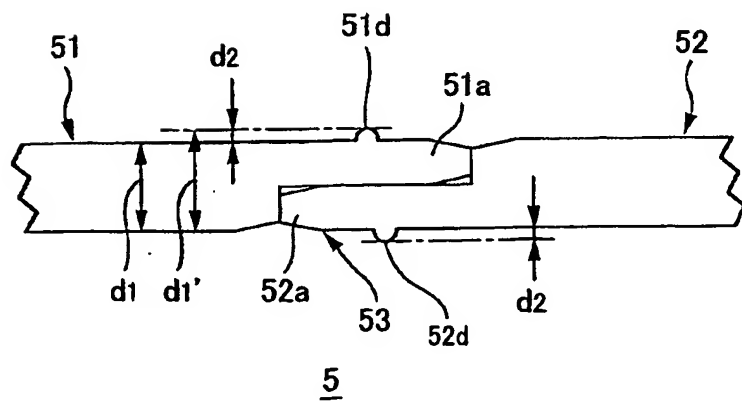
13/16

(第17図)

(A)

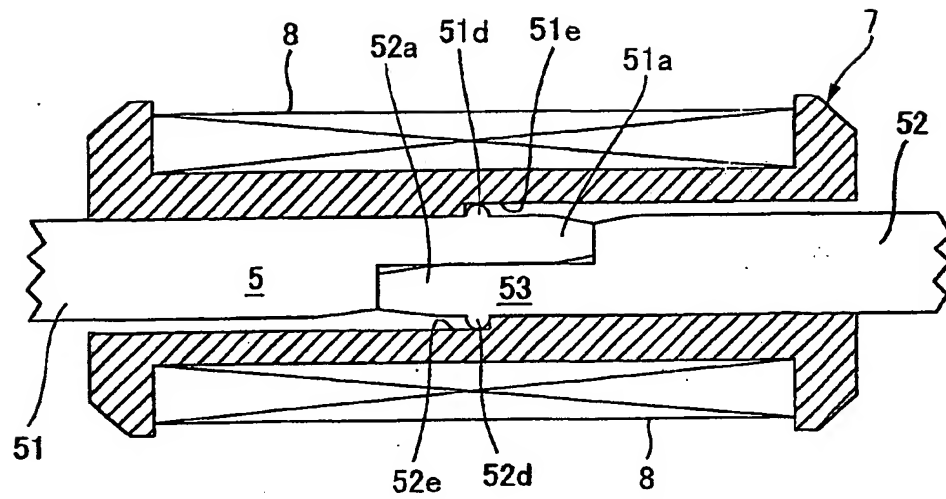


(B)

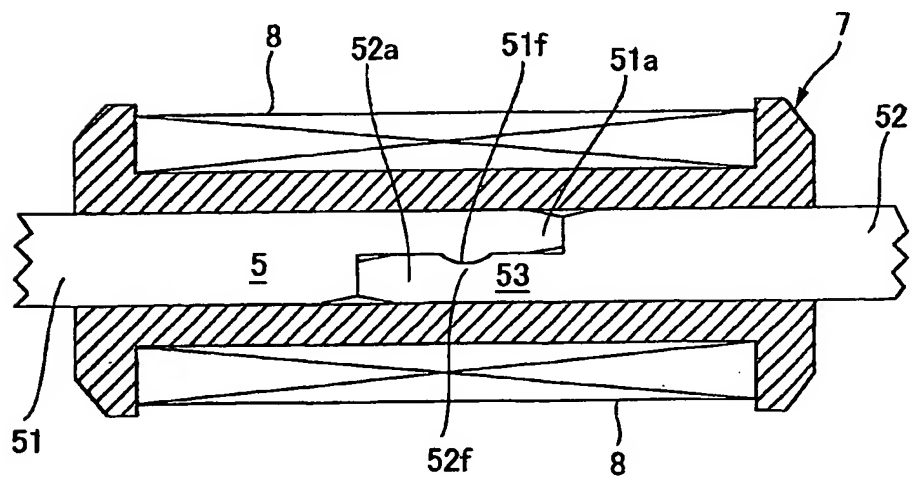


14/16

(第18図)

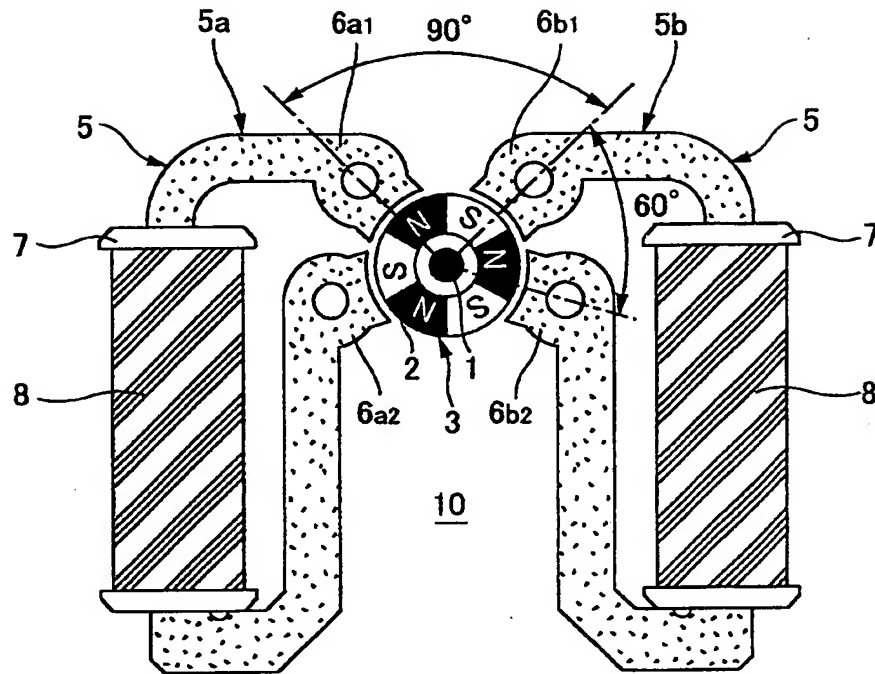


(第19図)



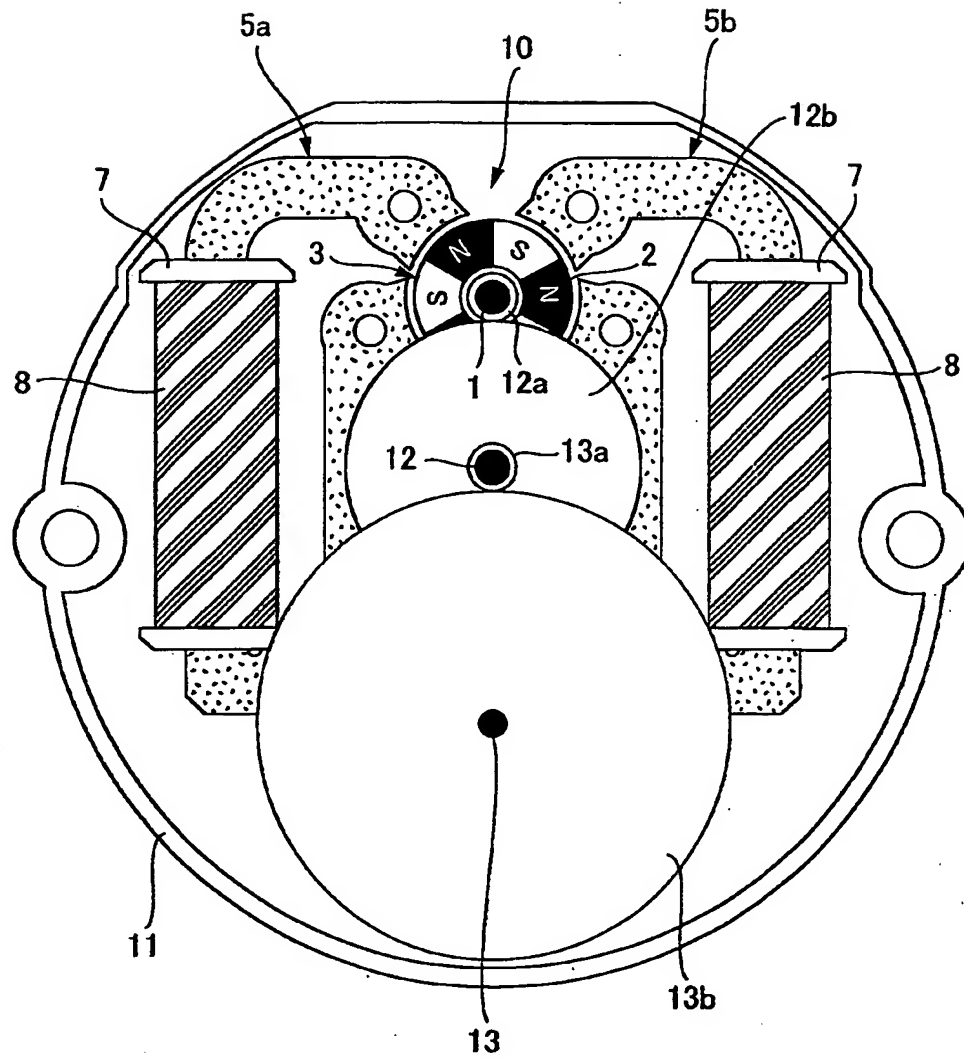
15/16

(第20図)



16/16

(第21図)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06697

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ H02K37/16, H02K37/24		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ H02K37/00-37/24		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5959378 A (Helmut Stechmann), 28 September, 1999 (28.09.99), Full text; Fig. 1	1-5, 9-20
A	& BP 696836 A1 & DE 4428243 A1	6-8
Y	JP 9-93890 A (Mitsubishi Electric Corporation), 04 April, 1997 (04.04.97), Full text; Figs. 1 to 40 (Family: none)	1-4, 20
Y	JP 6-284680 A (Seiko Instr. & Electronics Ltd.), 07 October, 1994 (07.10.94), Full text; Figs. 2 to 3 (Family: none)	3, 4, 20
Y	JP 6-2468 Y2 (Seiko Instr. & Electronics Ltd.), 19 January, 1994 (19.01.94), Full text; Figs. 1, 4 to 5 (Family: none)	5, 9-12, 20
A		6-8
Y	GB 2230652 A (Jeco Co Ltd), 24 October, 1990 (24.10.90), Full text; Figs. 1 to 7 & US 5132578 A & JP 2-228242 A	11, 12, 19, 20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 29 October, 2001 (29.10.01)		Date of mailing of the international search report 06 November, 2001 (06.11.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06697

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 52-61719 A (Kabushiki Kaisha Seko Giken), 21 May, 1977 (21.05.77), Figs. 3 to 4 (Family: none)	11, 12, 19, 20
Y	JP 55-122472 A (Diehl GmbH, et al.), 20 September, 1980 (20.09.80), Full text; Figs. 1 to 3 & DE 79006782 U1 & FR 2451653 A1	13-20
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 2969/1990 (Laid-open No. 94049/1991), (Asmo Co., Ltd.), 25 September, 1991 (25.09.91), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	13-20
Y	JP 6-38497 A (Yazaki Corporation), 10 February, 1994 (10.02.94), Full text; Fig. 1 (Family: none)	20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02K37/16; H02K37/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02K37/00-37/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 5959378 A (Helmut Stechmann) 28. 9月. 1999 (28. 09. 99), 全文, 第1図	1-5, 9-20
A	& EP 696836 A1 & DE 4428243 A1	6-8
Y	JP 9-93890 A (三菱電機株式会社) 4. 4月. 1997 (04. 04. 97), 全文, 図1-40 (ファミリーなし)	1-4, 20
Y	JP 6-284680 A (株式会社精工舎) 7. 10月. 1994 (07. 10. 94), 全文, 図2-3 (ファミリーなし)	3, 4, 20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29. 10. 01

国際調査報告の発送日

06.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修



3V 9818

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 6-2468 Y2 (株式会社精工舎) 19. 1月. 1994 (19. 01. 94), 全文, 図1, 4-5 (ファミリーなし)	5, 9-12, 20 6-8
Y	GB 2230652 A (Jeco Co Ltd) 24. 10月. 1990 (24. 10. 90), 全文, 図1-7 & US 5132578 A & JP 2-228242 A	11, 12, 19, 20
Y	JP 52-61719 A (株式会社セコー技研) 21. 5月. 1977 (21. 05. 77), 第3-4図 (ファミリーなし)	11, 12, 19, 20
Y	JP 55-122472 A (ディーゼル・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング・ウント・コンパニー) 20. 9月. 1980 (20. 09. 80), 全文, 第1-3図 & DE 79006782 U1 & FR 2451653 A1	13-20
Y	日本国実用新案登録出願2-2969号 (日本国実用新案登録出願公開3-94049号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (アスモ株式会社) 25. 9月. 1991 (25. 09. 91), 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	13-20
Y	JP 6-38497 A (矢崎総業株式会社) 10. 2月. 1994 (10. 02. 94), 全文, 図1 (ファミリーなし)	20